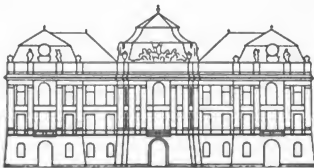
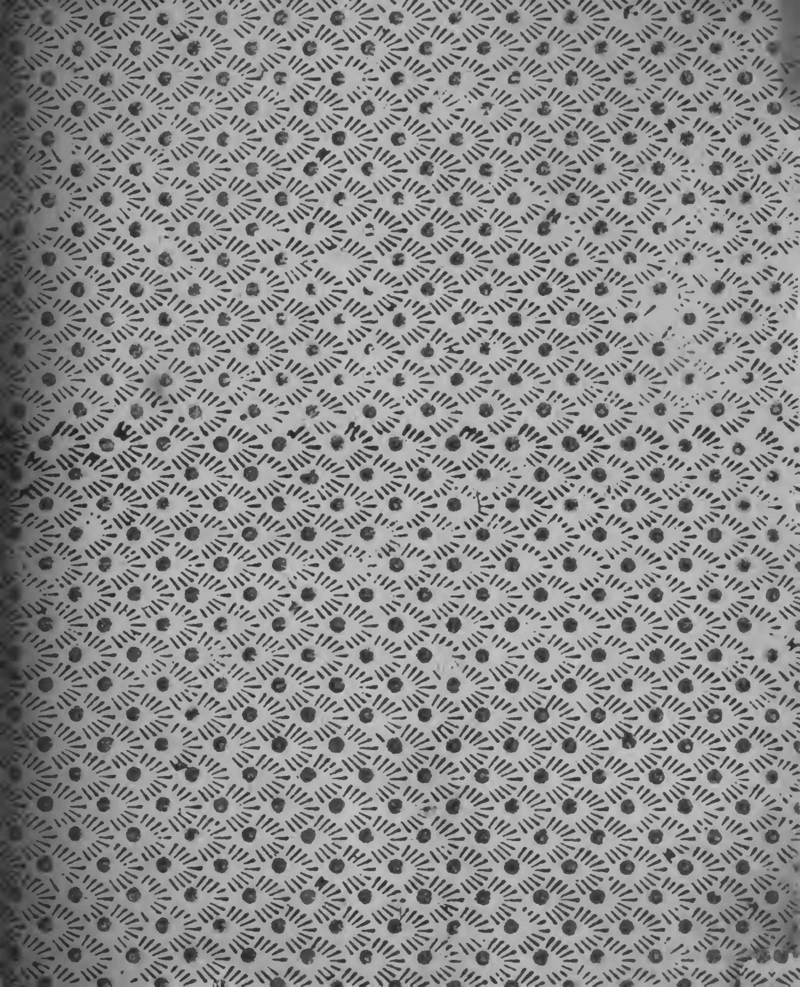
HYDRAULISCHE VERSUCHE ... NEBST EINEM ANHANGE WELCHER DIE NEUESTEN TURINER...

Franciscus Dominicus Michelotti,
Joseph Terese Michelotti





Franciscus Dominicus Michelotti's,

Professor der Mathematik auf der Königl. Universität zu Turin

Hydraulische Versuche

zur

Begründung und Beförderung der Theorie und Practik.

Nebst einem Anhange,

welcher die neuesten Turiner Versuche

von

Joseph Terese Michelotti.

enthält.

Aus dem Italienischen übersetzt

von

C. G. Zimmermann,

Prof. am Friedrichswerderschen Gymnasium und Lehrer der Practischen Feldmeßkunst an der Königl. Bauacademie zu Berlin.

Mit Anmerkungen begleitet

von

J. A. Eytelwein,

Königl. Preuß. geheimen Ober-Baurathe, Director der Königl. Bau-Academie, der Academie der Wissenschaften und der Academie der Künste und deren Senats zu Berlin, der batavischen Gesellschaft der Experimentalphilosophie zu Rotterdamm, der Gesellschaft der Wissenschaften und Künste zu Frankfurth a. d. Oder, der Ostpreußischen physicalisch-öconomischen Gesellschaft, der öconomischen Societät zu Leipzig, und der Märkisch-ökonomischen Gesellschaft zu Potsdam, Mitgliede.

Mit IV Kupfertafeln.

Berlin, 1808.

Im Verlage der Realschulbuchhandlung.

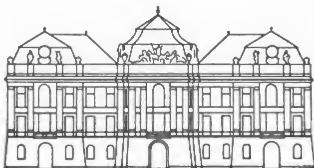


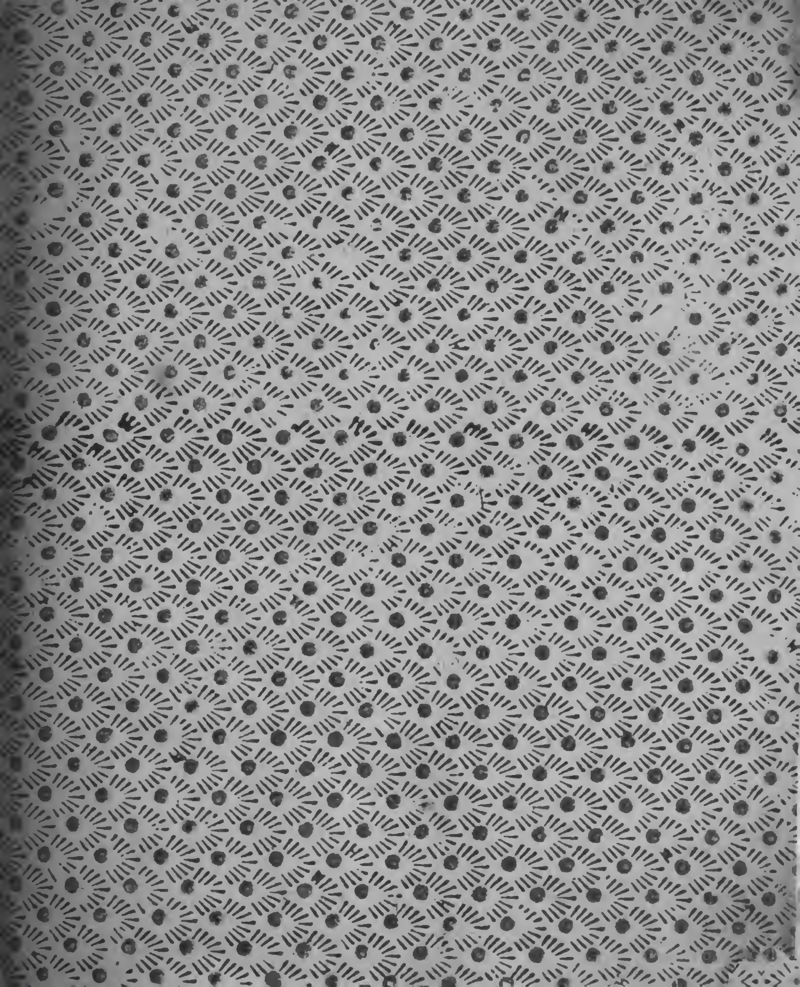
Franciscus Dominicus Michelotti's,

Professor der Mathematik auf der Königl. Universität zu Turin,

Hydraulische Versuche.

Erster Theil.





Franciscus Dominicus Michelotti's,

Professor der Mathematik auf der Königl. Universität zu Turin

Hydraulische Versuche

zur

Begründung und Beförderung der Theorie und Practik.

Nebst einem Anhange,

welcher die neuesten Turiner Versuche

von

Joseph Terese Michelotti.

enthält.

Aus dem Italienischen übersetzt

von

C. G. Zimmermann,

Prof. am Friedrichswerderschen Gymnasium und Lehrer der Practischen Feldmeßkunst an der Königl. Bauacademie zu Berlin.

Mit Anmerkungen begleitet

von

J. A. Eytelwein,

Königl. Preuß. geheimen Ober-Baurathe, Director der Königl. Bau-Academie, der Academie der Wissenschaften und der Academie der Künste und deren Senats zu Berlin, der batavischen Gesellschaft der Experimentalphilosophie zu Rotterdamm, der Gesellschaft der Wissenschaften und Künste zu Frankfurth a. d. Oder, der Ostpreußischen physicalisch-öconomischen Gesellschaft, der öconomischen Societät zu Leipzig, und der Märkisch-ökonomischen Gesellschaft zu Potsdam, Mitgliede.

Mit IV Kupfertafeln.

Berlin, 1808.

Im Verlage der Realschulbuchhandlung.



Franciscus Dominicus Michelotti's,

Professor der Mathematik auf der Königl. Universität zu Turin,

Hydraulische Versuche.

Erster Theil.

Vorrede zur Uebersetzung.

So lange die Anwendung der Hydraulik auf Gegenstände des bürgerlichen Lebens von einer Menge im Großen ausgeführten Versuchen abhängig bleibt, so müssen alle mit Sorgfalt angestellten Versuche und Beobachtungen, als schätzbare Beiträge zur Erweiterung dieser Wissenschaft angesehen werden, besonders wenn solche das Gepräge der Genauigkeit an sich tragen und von einem Sachkenner unternommen sind, welcher auf alle diejenigen Umstände Rücksicht zu nehmen weiß, welche auf die Resultate auch nur einen entfernten Einfluß haben können. Die wichtigen Versuche von Bossüt und Büat sind in Deutschland hinlänglich bekannt, allein die mit weit größern Zurüstungen ausgeführten Michelottischen Versuche, scheinen deshalb weniger berücksichtiget zu seyn, weil es mit dem italiänischen Bücherverkehr seine eigenen Schwierigkeiten hat. Herrn Wasserbaudirector Woltmann, welcher schon manche wichtige Arbeit unserer Nachbarn in Deutschland bekannt machte, verdankt man so

viel mir bekannt ist zuerst die Mittheilung einiger der frühern Versuche von Michelotti, im dritten Bande seiner schätzbaren Beiträge zur hydraulischen Architektur. Wenn hingegen so manche unbedeutende Schrift auf deutschen Boden verpflanzt worden ist, so fand doch das wichtige Werk von Michelotti noch keinen Uebersetzer, ob gleich alle bis jetzt bekannt gewordenen Versuche über den Ausfluß des Wassers durch Seitenöffnungen bei der Vergleichung mit diesen, weit zurück stehen. Die größten Bossütschen Versuche dieser Art waren bei einer Druckhöhe von 10 Fuß 8 Zoll 11 Linien mit 2 Zoll weiten Oeffnungen angestellt, wogegen bei den Michelottischen Versuchen, Druckhöhen von 22 Fuß und Oeffnungen von 6 Zoll Weite vorkommen, so daß in Absicht der Größe dieser Oeffnungen alles erfüllt ist, was man nur für die Anwendung der Hydraulik wünschen konnte.

Es war daher eine lobenswerthe Unternehmung des Herrn Professor Zimmermann, die hydraulischen Schriften von Michelotti ins Deutsche zu übersetzen und es bleibt nur noch zu bemerken übrig, daß der erste Band unter dem Titel:

Sperimenti idraulici, principalimente diretti a confermare la teorica, e facilitare la pratica del misurare le acque correnti, di Francesco Dominico Michelotti
Professore di matematica nella Regia Universita di Torino.
In Torino 1767. 4.

Der zweite Band führt denselben Haupttitel mit dem Zusatze

Volume secondo. In Torino 1771. 4.

und enthält noch als Anhang zwei mathematische Abhandlungen über unendliche Reihen und über die Gleichungen vom dritten Grade, welchen man, als nicht zur Sache gehörig, weg gelassen hat. Eben so hat man sich erlaubt im Texte einige weitläuftige und wenig wichtige Raisonnements, welche zum Theil nur halb wahre Hypothesen begründen sollen, gänzlich weg zu lassen, da solche auf das übrige Werk keinen Einfluß hatten, dessen eigentlicher Werth in den wichtigen angestellten Versuchen besteht. Anstatt dieser weggelassenen §. §. welche am gehörigen Orte bemerkt sind, habe ich es für zweckmäßig gehalten, die nachträglich von dem Sohne unsers Verfassers noch angestellten Versuche beizufügen, welche in den Mémoires de l'academice royale des sciences. Années 1784 - 1785. Seconde Partie. à Turin 1786. Seite 53 bis 91 unter nachstehender Aufschrift beschrieben sind.

Mémoire physico - mathématique contenant les résultats des expériences hydrauliques, faites près de Turin en 1783. par Mr. Joseph Thérèse Michelotti.

Noch darf nicht unbemerkt bleiben, daß die beiden Bände des Michelottischen Werks 11 große Kupfertafeln enthalten, welche ohne Nachtheil der Deutlichkeit hier auf 4 solche Tafeln eingeschränkt sind. Theils hieraus, theils aus dem geringeren Preise der deutschen Bücher wird

man sich erklären können, wie das italiänische Original im deutschen Buchhandel mit 7 Rthlr. 8 Gr. bezahlt werden muß. Die dem Texte beigefügten Bemerkungen sind sämmtlich in eckigte Klammern [ ] eingeschlossen um sie besser vom Original zu unterscheiden.

Im Januar 1808.

J. A. Eytelwein.



Vorrede des Verfassers
zum ersten Bande.

Obgleich der Titel dieses Werkes nichts weiter als eine Reihe von Versuchen, wiewohl über einen sehr wichtigen Gegenstand anzukündigen scheint; so wird sich jeder Leser bey der Ueberlegung der Auspicien, unter welchen sie gemacht sind, bey der Erwägung der Zeitumstände, bey den in dieser Vorrede auseinander gesetzten Bewegungsgründen leicht überführen, daß er darin etwas mehr, als bloße Versuche antreffen wird. Ich will damit nicht sagen, daß ich bereits etwas Vollendetes, jedoch aber dasjenige geliefert habe, was heut zu Tage zur Kenntniß der fließenden Gewässer unentbehrlich ist.

Unter den so großen und wichtigen Gegenständen, welche die Sorgfalt des erhabensten Monarchen, meines Souverains, umfaßte, und welche bey dem Wechsel des Krieges und des Friedens stets auf das gemeine Beste gerichtet war, beschäftigte ihn seit mehrern Jahren der Gedanke zur Beförderung einer Wissenschaft mitzuwirken, welche der menschlichen Gesellschaft so unentbehrlich und nützlich ist. Allein ausser den tiefen Dunkelheiten, in welche diese Wissenschaft bisher gehüllt und den vielen Schwierigkeiten, womit sie so durchwebt war, daß selbige für undurchdringlich und unüberwindlich gehalten wurden; so hat man ungeachtet der vielen Aufklärungen, und ungeachtet der bewun-

derungswürdigen Erfindungen der ersten Männer des verflossenen und gegenwärtigen Jahrhunderts, doch keine große Fortschritte in derselben machen können, weil ihr, was der berühmte P. Grandi so sehr bedauerte, die wohlthätige Hand eines Fürsten fehlte, welcher die Mittel zur Bestreitung aller dazu erforderlichen Veranstaltungen und Zurüstungen darreichte.

Die Wichtigkeit des Gegenstandes bedarf keines Beweises, welche sich einem jeden um so viel mehr offenbaret, da sich die berühmtesten Männer Italiens sehr eifrig damit beschäftiget, da sie ihre neuen vortrefflichen Abhandlungen und ihre gründlichen Untersuchungen überall bekannt gemacht und da sie auch jetzt noch viele und nützliche Sammlungen davon veranstaltet haben. Diese in der That schätzbare Erweiterungen reichen doch zum Bedarf nicht hin. Denn die sichersten Theorien und die scharfsinnigsten Untersuchungen in einer so delicaten und wichtigen Sache, gewähren denjenigen welche dabey interressirt sind, keine Befriedigung, und man ist hinlänglich überzeugt wie leicht man sich, von dem täuschenden Schimmer des Irrthumes geleitet, von der Wahrheit entfernen und den eigentlichen Zweck verfehlen kann. In der That verliert sich die Theorie auch bisweilen in Abstractionen und macht Voraussetzungen, die in der Natur nicht Statt finden. Daher werden ihre Vorschriften und die mühsamsten Berechnungen für die Ausübung falsch und unbrauchbar. Daher ist es um so mehr zu wünschen, daß Männer von Einsicht und Talenten sich mit vereinigten Kräften bemühen möchten, die Dunkelheiten aufzuhellen, die Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen, die Zweifel aufzulösen und die Gesetze der Natur mehr in ihrer Nähe zu erforschen, als daß sie die ausgemachtesten Principien bestreiten, und neue Theorien entdecken, welche von der Vernunft keine Billigung erhalten und von der Erfahrung völlig widerlegt werden. Diese Bemerkung entdeckt schon den Zweck, auf welchen dieses Werk hauptsächlich gerichtet ist; indeß will ich ihn hier mit deutlichern Worten beschreiben.

Es giebt, wie ich wohl weiß, zwey Fundamentalgesetze dieser Wissenschaft. Nach dem ersten ist das Verhältniß der Geschwindigkeiten halb so groß, als das Verhältniß der simplen Druckhöhen. Diesen Satz haben schon Torricelli, Varignon, Newton, Herrmann, Guglielmini und mehrere berühmte Naturforscher durch verschiedene Gründe und Erfahrungen beinahe ganz ausser Zweifel gesetzt. Der zweyte ist vom Abt Castelli bewiesen und besteht darin, daß die mittlern Geschwindigkeiten in fließenden Gewässern, vorausgesetzt, daß sie im Beharrungszustande sind, sich umgekehrt wie die Querschnitte verhalten. Diese beyden Principien sind für die Theorie, die weiter keine Hindernisse kennt, hinlänglich; nicht aber für die Praktik, weil deren in der Natur viele anzutreffen sind. Aus diesem Grunde stimmen die genauesten Versuche mit der Theorie nicht überein. Allein anstatt dessen, daß man diese davon herrührenden Abweichungen anerkennen sollte, so suchen einige, welche den zweyten der gedachten Grundsätze auf keine Art bezweifeln können, die Ursache dieser Abweichungen in dem erstern; der freilich nicht so klar und deutlich, doch aber eben so untrieglich als der andere ist. Und da es ihnen nicht gelingt denselben völlig umzustoßen, so suchen sie ihn wenigstens verdächtig und ungewiß zu machen, um dadurch die ganze Theorie für ungewiß und unzulänglich zu erklären.

Um nun alle Zweifel auf immer zu lösen; so zeige ich erstens durch viele sehr deutliche Versuche, daß man ihre Abweichungen nicht der Unzulänglichkeit und Unhaltbarkeit des erwähnten Princips, sondern einzig und allein der verschiedenen Einflüsse der hierbey vorkommenden Hindernisse zuzuschreiben habe. Zweytens wage ich in die Fußstapfen eines Varignon zu treten und dessen Untrieglichkeit bloß aus mechanischen Gründen dadurch zu zeigen, daß ich jenen Zweifel, den man gegen dessen Beweis sonst vorzubringen pflegt, völlig zu heben suche. Nach dieser Voraussetzung geht meine Untersuchung dahin: Wenn diese beyden Grund-

sätze zwar für die Theorie nicht aber für die Ausübung hinreichend sind, weil hier Hindernisse vorkommen, die dort nicht berücksichtiget werden; so sieht man sich gedrungen zum Besten der Practik als einen dritten Grundsatz das Gesetz aufzusuchen, nach welchem jene Hindernisse zum Vorschein kommen. So werden alsdann jene Abweichungen zwischen dem was die Theorie giebt und die Erfahrung leistet, völlig wegfallen. Allein die Bestimmung dieses Gesetzes aus bloß theoretischen Gründen ist sehr schwer und vielleicht gar unmöglich. Daher muß man seine Zuflucht zur Erfahrung nehmen. Auf diesem Wege fingen Newton, Daniel Bernoulli und der Marchese Poleni schon an, einige Entdeckungen zu machen; allein sie konnten sie weder vollenden noch sehen, wie weit sich selbige erstreckten, weil ihre Versuche zwar mit der größten Sorgfalt doch aber immer nur theils im Kleinen, theils in geringer Menge angestellt worden sind.

Die Begründung eines solchen Gesetzes bedarf einer großen Anzahl verschiedener Versuche, die auch in diesem Werke aufgezeichnet sind. Weil aber dadurch ein mathematischer Kopf doch nicht hinlänglich befriediget wird, so hat mich weder die große Anzahl der Versuche, noch das Zureden meiner Freunde, die mich hierbey unterstützen, dahin bringen können; selbiges eher als ein solches anzuerkennen, bevor ich mich nicht durch einige erhebliche Gründe davon überzeugt hatte, nach welchen ich mit vielem Vergnügen bemerkte, daß die drey Principien bey den regulären Bewegungen fließender Gewässer allemahl zusammen treffen mußten.

Nachdem ich diese Principien mit möglicher Evidenz dargethan hatte, entschloß ich mich, auch den Gebrauch der von verschiedenen Schriftstellern angegebenen hydraulischen Werkzeuge, welche zur Erforschung der Geschwindigkeiten der Gewässer dienen sollten, zu prüfen. Nach vielen Untersuchungen und wiederholentlich angestellten Erfahrungen, fand ich, daß wenn gleich der Gebrauch dieser Werkzeuge ihren respectiven Erfindern bekannt seyn mag; er doch von ihnen nicht so vollständig als nöthig erklärt worden ist, und daß sogar diejenigen unter ihnen ge-

irrt haben, welche auf das eine oder das andere derselben einen zu großen Werth gesetzt haben. So ging es dem Zendrini bey seinen, mit dem Quadranten angestellten Versuchen, und dem Pitot bey denjenigen, welche er mit seiner Röhre in der Seine gemacht hatte.

Drittens leite ich aus dem Zusammentreffen der drey Principien bey der Bewegung fließender Gewässer, eine leichte Methode zur Bestimmung der Geschwindigkeiten und Ausflußmengen bey regulären und oft bey irregulären Canälen ohne Anwendung aller Instrumente, die ausgenommen, her, welche schon in der practischen Geometrie vorkommen. Und weil die Erfindung irgend einer Wahrheit zugleich die Entdeckung eines Irrthumes und die Entdeckung eines Irrthumes wieder die Aufhellung einer Wahrheit ist; so habe ich mich im Laufe dieses Werkes besonders im zweyten Theile bemühet, einige derjenigen Irrthümer ins Licht zu setzen, in welche bisweilen Männer von vieler Einsicht verfallen sind. Indeß wo ist der Mensch, der über allen Irrthum erhaben wäre.

Dieses ist also der Hauptzweck meiner Untersuchungen, die ich in zwey Theile getheilt habe. Der erste begreift eine Menge von Versuchen, welche das, unter verschiedenen Höhen durch Oeffnungen von verschiedener Gestalt und Größe, die bald mit Ansätzen, bald mit Röhren, bald mit beyden zugleich versehen waren, betreffen. Auf diese Versuche folgt der theoretische Beweis des ersten Princips, wodurch der Grund zum dritten gelegt wird.

Nachdem nun in dem zweyten Theile die gleichförmige Bewegung der Gewässer erwogen worden war, so wurde der Beweis des dritten Princips weiter ausgeführt, d. h. das Gesetz nach welchem sich bey frey fließenden Gewässern die Hindernisse zeigen. Hierauf wurde die vorhin angeführte Regel, welche zur Bestimmung der Geschwindigkeiten und der Wassermengen in regulären Canälen dient, erklärt, durch viele Versuche bestätigt und die Art, wie selbige auf irreguläre Canäle anzuwenden ist, gezeigt. Endlich wurden die allgemeinen Regeln auf den beson-

dern Gebrauch in Piemont angewandt, und zugleich das daselbst allgemein angeführte Maß, welches gleichsam von der Natur selbst vorgeschrieben ist? zur Bestimmung der relativen oder wirklichen Wassermengen für alle Fälle angegeben und festgesetzt.

Der Apparat der zu diesen Versuchen gebrauchten Maschinen und Werkzeuge, sind mit Weglassung derjenigen, welche schon in der practischen Geometrie vorkommen, an ihrem Orte beschrieben worden.

Hier macht es mir die Dankbarkeit noch zur Pflicht, die Verdienste derjenigen Männer mit gebührender Achtung zu erwähnen, welche mich in der Ausführung dieses Unternehmens so thätig unterstützt haben.

Nachdem Ihro Königl. Majestät *) rc. der Herzog von Savoyen, der Herzog von Chablais, diesen Ort mit ihrer Gegenwart beehrt hatten; so strömten auch viele andere Menschen theils aus Liebe und Eifer für die Sache, theils aus Neugierde, theils zu ihrem Vergnügen hierher. Oft wurden wir auch von Personen beehrt, die durch Stand und Gelehrsamkeit sehr ausgezeichnet waren und deren Gunst und Beyfall sehr viel dazu beyträgt, Unternehmungen dieser Art, einen glücklichen Ausgang zu verschaffen. Unter den vielen, welche in der Mathematik, in der Architectur und in dieser Wissenschaft, sich gründliche Kenntnisse erworben und selbst Hand ans Werk gelegt hatten und mich bis ans Ende mit unermüdeter Thätigkeit unterstützten, gehören die H. H. Architecten Giulio, Pagani, Capello, Goletti; besonders fühle ich mich durch den Eifer der H. H. Giulio und Pagani sehr verpflichtet, welche bey ihrer Beharrlichkeit und ihrem Fleiße, mit einem durchdringenden Geist, einem seltenen Scharfsinne, viele physicalische und mathematische Kenntnisse verbinden, und die mir bey den mannigfaltigen Schwierigkeiten, die sich hier zeigten, eine große Erleichterung verschafft haben, wie ich das noch

*) Carl Imanuel der Erste, König von Sardinien.

an seinem Orte bemerken werde. So wie ich der großen Aufmerksamkeit des Hrn. Capello insbesondere das genaue Verzeichniß und die Ordnung der Tabellen verdanke. Ich habe dieses deßhalb bemerkt, damit, wenn das Publicum daraus einigen Nutzen zieht, es auch wisse, daß es diesen nicht bloß meiner Bemühung und Anstrengung, sondern vornehmlich dem Eifer und dem Fleiße der vorhin mit gebührendem Ruhme erwähnten Männer zu danken hat.

Die verschiedenen Fehler aber sind nur mir allein zuzuschreiben. Wenn nun aber sowohl in dem Entwurfe als in der Ausführung der Werke von der Königlichen Größe nichts sichtbar ist, so muß man erwägen, daß alles mit jener Beschränktheit geschehen ist, die einem Privatmanne zukommt und daß es ohne die königliche Huld und Wohlthat auch bey dieser geblieben wäre. Diejenigen Fehler aber, welche die Ordnung und den Ausdruck betreffen, rühren von meinem Unvermögen her; es sey denn, daß die gütige Nachsicht des Lesers einen Theil derselben, dem Umfange und der Schwierigkeit, welche in der Sache selbst liegt, und der Kürze der mir zur Vollendung dieses Werkes vorgeschriebenen Zeit, zuschreiben möge. Welche Stelle mir nun auch der Leser unter den Liebhabern der Wahrheit anweisen wird; Sublimi feriam Sidera vertice.

Der Beyfall desselben wird mir Muth geben, dem Publicum zu einer andern Zeit einige andere meiner geringen Arbeiten mitzutheilen, deren einige schon bekannt gemacht sind, die andern aber schon seit einigen Jahren die öffentliche Bekanntmachung erwarten.

Vorrede des Verfassers
zum zweyten Bande.

Das Versprechen, welches ich dem Publico, wie auch einigen angesehenen Männern insbesondere, in Hinsicht eines zweyten Bandes gegeben habe und die Pflicht der Dankbarkeit gegen diejenigen, welche mir, nachdem sie den ersten Theil dieser Schrift ihrer Aufmerksamkeit gewürdiget hatten, ihre Zufriedenheit auf eine so wohlwollende Art haben zu erkennen gegeben, oder welche mir freymüthig ihre Meinung mittheilten, oder welche einige Aufklärung oder einen neuen Versuch über irgend einen Umstand in einer so schwierigen und wichtigen Materie wünschten, machten eine schnelle Bekanntmachung des gegenwärtigen Bandes nothwendig, welche, wenn es in meiner Gewalt gewesen wäre, schon im verflossenen Jahre, erfolgt wäre. In diesem Bande, habe ich einige Verbesserungen, die mir nöthig schienen, vorgenommen und so weit es das geringe Maß meiner Kräfte erlauben, jene Anfragen und Einwendungen zugleich in dieser Zeit beantwortet und gehoben; indem ich, die in dem letztern Jahre angestellten Versuche, öffentlich bekannt mache. In wie fern ich nun diese meine Absichten erreicht habe, mögen Kenner beurtheilen, deren Entscheidung ich diese meine Beschäftigungen und Arbeiten, wie sie auch immer beschaffen seyn mögen, gerne unterwerfe. Denn wenn man an einem jeden die Beharr-

lich-

lichkeit bey einer durch Gründe oder Erfahrung bestrittenen Meinung wegen irgend einer Sache von einer geringen Bedeutung mißbilliget, um wie viel mehr Tadel verdiente ein solcher Eigensinn da, wo es darauf ankommt einem Gegenstande von entschiedenem Werthe, Nutzen und anerkannter Nothwendigkeit, Gewißheit zu verschaffen. Und mit eben der Wahrheitsliebe, mit welcher ich jene Männer bat, den ersten Theil, ihrer Ansicht und Prüfung zu würdigen, bitte ich selbige auch jetzt, diesen zweyten zu behandeln, in der festen Ueberzeugung, daß sie dieses auf eine solche Art thun werden, daß sie mir die etwanigen Irrthümer zeigen und den Gebrauch der darin enthaltenen Gegenstände beschränken werden, jedoch nicht so, daß ich die auf dieses Werk in der Absicht verwandte Mühe, mich nützlich zu machen, bereuen darf. Was aber den Vortheil betrifft, den ein jeder, wenn mich anders meine Eigenliebe nicht täuschet, aus diesem Werke schöpfen kann, so gebühret derselbe bloß dem rühmlichen Eifer meines erhabenen Monarchen, welcher stets zur Beförderung der Wissenschaften und Künste, besonders aber dieser, welche unter allen Umständen der menschlichen Gesellschaft so vielen Nutzen gewährt auf eine so großmüthige Art mitwirkte.

Es scheint zwar, selbst nach dem Anrathen mehrerer meiner Freunde, daß ich noch die Verbindlichkeit hätte, diese Vorrede mit den Briefen einiger achtungswürdigen Privatmänner, wie auch einiger Academien zu begleiten, um damit die günstige Aufnahme des ersten Theiles darzuthun. Auch hätte ich dieses gerne gethan; allein der Gedanke, als wollte ich diesen zweyten Band mit Dingen anfüllen, die weder nothwendig noch nützlich sind, oder als wollte ich meine Mühe mit dem prahlenden Zeugnisse anderer empfehlen, hat mich von diesem Vorhaben abgehalten. Dieses konnte ich um so viel mehr thun, ohne mich des Vorwurfes der Undankbarkeit schuldig zu machen. Denn ich habe in dem Verfolge dieser Schrift Gelegenheit, eines jeden ehrenvoll zu erwähnen

und die Meinungen eines jeden gehörigen Ortes anzuführen und diese mit den respectiven Antworten zu begleiten, welche ich glaube öffentlich bekannt machen zu können, indem hier nicht von besondern Meinungen und Systemen, sondern nur von dem die Rede ist, welches diejenigen wissen müssen, welche sich die Beförderung einer im ganzen, besonders aber unsern Landesleuten so nützlichen Wissenschaft zur Pflicht machen.

Dieser Band besteht aus drey Haupttheilen. Die beyden ersten beziehen sich auf Gegenstände der Hydraulik, der dritte aber ist bloß analytisch. Nach einer kurzen Beschreibung der im Jahre 1766 ausgeführten Werke enthält der erste Haupttheil: Erstens eine Abhandlung von dem Drucke des Wassers, in welcher mit vieler Simplicität und Deutlichkeit die Gesetze desselben erwiesen werden und wo zugleich der Compressibilität des Wassers gedacht worden ist. Zweytens eine andere Abhandlung über die anfängliche Geschwindigkeit des aus Gefäßen strömenden Wassers, welche zugleich zur Antwort der von dem berühmten P. Boscowich gemachten Ausstellungen dient. Drittens eine andere Abhandlung, worin untersucht wird, ob bey Bestimmung der Geschwindigkeit des aus Gefäßen ausfließenden Wassers, die Weite des Gefäßes gegen die Größe der Ausflußöffnung in Betrachtung komme, und ob man auf ein ähnliches Verhältniß bey der Messung fließender Gewässer Rücksicht nehmen müsse. Diese Untersuchung ist mit verschiedenen Versuchen begleitet und dient zugleich zur Beantwortung des Briefes von dem H. D. Eustachius Zanotti, welcher einem von der berühmten Academie von Bologna an mich gerichteten Schreiben beygefügt war. Aus den Gegenden ausserhalb Italiens habe ich kein besonderes Schreiben erhalten, indeß kann man doch aus den Journalen und den neuesten Schriften der Ausländer, ihre Meinung über den Fortgang der Wissenschaften und Künste erfahren.

Im zweyten Haupttheile sind erstens verschiedene Versuche mit verschiede-

nen Röhren von gleichem Durchmesser, enthalten; die in der Absicht angestellt sind, die Gesetze der Zu- und Abnahme der Ausflußmengen zu entdecken, welche von der verschiedenen Länge der Röhre herrühren und es wird daselbst das vortheilhafteste Verhaltniß zwischen dem Durchmesser und der Länge der Röhre bestimmt, so, daß man dadurch die größte Wirkung oder Ausflußmenge erhält. Zweytens kommen in demselben noch verschiedene andere Versuche und Bemerkungen über die Methode vor, welche zur Messung der fließenden Gewässer vermittelst zweyer Querschnitte dient. Hierauf folgen einige Bemerkungen über den Gebrauch der Pitotschen Röhre, die Angaben nach welchen man diesem Instrumente eine bessere Gestalt geben und zum Gebrauche bequemer und sicherer machen kann. Alsdann werden einige Beobachtungen über den Gebrauch des Quadranten beygefügt und einige, von dem berühmten H. D. Theodor Banati von Ferrara gemachte Bemerkungen, welche er mir in einem Schreiben mitgetheilt hat, durchgegangen. Drittens folgen noch andere Versuche und Bemerkungen über die Anwendung des Regulators und über die Bewegung des durch eine Schutzöffnung strömenden Wassers, welches von da aus seinen Lauf entweder völlig frey und ungehindert, oder beschränkt oder mit einem Rückstau fortsetzt, wo zugleich ein Irrthum des so gelehrten Verfassers der Abhandlung über die Ströme, widerlegt wird. Diese Abhandlung findet man am Anfange des siebenten Bandes der zu Parma herausgekommenen Sammlung, welche Gegenstände umfaßt, die sich auf die, vom Drucke verursachten Geschwindigkeiten des Wassers beziehen. — Viertens ist darin der Gebrauch und die Beschreibung eines Werkzeuges, welches von uns die hydraulische Schnellwage genannt wird, angegeben, weil sie zur Erforschung der Kraft dient, womit ein fließendes Gewässer gegen eine ihm entgegen gestellte Ebene dient. Auch werden einige damit angestellte Versuche angeführt, welche zugleich zur Auflösung der Zweifel des oben gedachten H. Theodor Banati dienen. Fünftens folgt noch ein hydrometri-

scher Anhang, worin so wohl die Berechnungsart, als auch der Gebrauch einiger bey der Messung der Gewässer vorkommenden Formeln erklärt wird.

Der dritte Theil, [welcher bloß theoretische Untersuchuugen enthält, die bey den mehresten deutschen Schriftstellern theils ausführlicher und vollständiger, theils für die Ausübung zweckmäßiger und besser vorgetragen sind, ist in der Uebersetzung ganz weggelassen.]

Der ganze Band ist von geringem Umfange und kann mit Muße durchgegangen werden. Vielleicht giebt es einige Stellen darin, welche nicht deutlich sind, vielleicht habe ich darin selbst geirrt, denn lieber Leser verbessere meinen Irrthum und lebe wohl.

Inhaltsverzeichniß des ersten Bandes.

Erster Theil.

Erster Abschnitt.

Zweyter Abschnitt.

Versuche mit 3 Zoll weiten Oeffnungen im obern Geschosse.

Dritter Abschnitt.

Versuche mit 2 Zoll weiten Oeffnungen im obern Geschosse.

Seite.

Vierter Abschnitt.

Versuche mit einen Zoll weiten Oeffnungen im obern Geschosse.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Zweyter Theil.

Erster Abschnitt.

Inhaltsverzeichniß
des
zweyten Bandes.

Erste Abtheilung.

Zweyte Abtheilung.

Erster Abschnitt.

Zweyter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Anhang

Erster

Erster Theil
der hydraulischen Versuche.

Erster Abschnitt.
Beschreibung der Lage des Ortes und der daselbst zu den Versuchen gemachten Veranstaltungen.

§. 1.

Wenn man durch das Susinische Thor der berühmten Hauptstadt Turin geht, und seinen Weg durch die Straße von Colegno zur rechten Seite der Hauptstraße von Rivoli nimmt, so trifft man (Fig. 7.) nach einer Meile an die Landkapelle des St. Rocco. Wendet man sich nun von neuem rechts, so kommt man nach einem kurzen Wege auf eine Meierey, die sogenannte Parella, welche in einer geringen Entfernung von dem Ufer di Val d'Occo in einer jener angenehmen Wiesen liegt, welche an der nördlichen Seite bis an die Mauern der Hauptstadt fortgehen. In der Nähe dieser Meierey ist das gedachte Ufer gegen Abend mit dickem Gebüsche bedeckt, und auf der andern Seite gegen Morgen zertheilt es sich, vermittelst einer sanft anlaufenden Anhöhe, die reihenweise mit Bäumen bepflanzt ist, und einen angenehmen Spaziergang längs dem bis an die Brücke der Meierey Morozzo fortgehenden Mühlencanale bildet. Der obere Bezirk gegen Mittag besteht aus Feldern und Wiesen, welche von der Roggia, die Cossola genannt, bewässert und fruchtbar gemacht werden. Diese entspringt aus dem Flusse Dora oberhalb Colegno. Unter den andern abgeleiteten Gewässern der Cossola giebt uns dasjenige, welches vornehmlich zur Bewässerung der Parella dient, die beste Gelegenheit zu den schönsten und wichtigsten Versuchen, indem es längs dem obern Ufer fortläuft, bis es sich nahe an der Brücke der Meierey Morozzo plötzlich in den Mühlgraben stürzt. Derjenige Theil des Gewässers, welcher sich auf der vordersten Seite des Ortes dieser Versuche befindet, und der hier nach der Zeichnung eingeschlossen ist, wollen wir in Hinsicht auf den Verfolg des Vortrages der Kürze und Deutlichkeit wegen den Zuführungscanal (canale conduttore), denjenigen aber, welcher aus die-

sem abgeleitet wird, um von da das Wasser in den Thurm zu schaffen, den Einleitungscanal (canale introduttore) nennen. Diese Anlage (man s. Fig. 2.) macht einen Theil des oben beschriebenen Ufers in der Nähe der Fabrike aus, welche die Gestalt eines unregelmäßigen Viereckes hat. Diese ist gegen Mitternacht von dem Mühlgraben, gegen Abend von einer Mauer, die sie von dem Holze und Gebüsche trennt, und von den beyden andern Seiten vermittelst einfacher Pallisaden eingeschlossen. Unten an dem äußern Theile der gedachten Mauer ist ein Abzugscanal (scaricatore) angebracht, vermittelst dessen man das Wasser aus dem Zuführungscanale nach Gefallen, ablassen kann.

Am 25sten Juni 1763 wurde der Anfang gemacht, die Erde zu den Werken, dem dazu gemachten Plane gemäß, auszugraben, zuerst nehmlich zum Thurme oder dem Wassercastell, zu dem einen Behälter an dessen Fuße, und zu dem Zuführungscanale. Diese Werke wurden am Ende des folgenden Monates, nehmlich im Juli fertig, dergestalt, daß der Thurm im September und October zu verschiedenen Mahlen mit Wasser angefüllt wurde, um so wohl mit ihm als mit den andern Geräthschaften und den übrigen dazu gehörigen Maschinen die Probe zu machen. Der untere Behälter mit seinen verschiedenen Canälen, die verschiedenen Abflächungen und Ausgrabungen der Erde und andere kleinere Werke wurden erst in dem Sommer des Jahres 1764 beendigt. Im Frühlinge des Jahrs 1765 wurde der Zuführungscanal ausgemauert und der oben erwähnte Abzugscanal beendiget.

Zur Vollständigkeit dessen, was die Zeichnung angiebt, fehlt noch, wie man aus der zweyten, den Grundriß, und aus der ersten, dritten und fünften den Standriß von der mitternächtlichen Seite, enthaltenden Figur, ersehen kann, die Anfertigung der Mauern an den beyden andern Seiten dieses Ortes, welche jetzt in Pallisaden eingefaßt sind. Unten an der Aussenseite der Mauer wurde gegen Morgen ein zweyter Abzugscanal gemacht; ferner die beyden Brückenköpfe einer über den Mühlencanal führenden transportablen Brücke und ein Schauer zur Verwahrung großer Holzstücke und schwer fortzubringender Maschinen. Von den übrigen Stücken werde ich jedes an seinem Orte, nebst dem Gebrauche, wozu es bestimmt ist, deutlich beschreiben und nöthigen Falles mit Hülfe einer Zeichnung erklären, damit diejenigen, welche diese nicht zur Stelle sehen können, dadurch in den Stand gesetzt werden, unsere Operationen zu beurtheilen und diejenigen Folgen daraus zu ziehen, welche ihnen zur Erweiterung und Vervollkommnung einer für das allgemeine Beste, so nützlichen und wichtigen Wissenschaft, nöthig scheinen. Aus diesem Grunde haben wir uns in dem Verfolge des Vertrages keines andern Maßes als des Pariser Fußes und der Pariser Toise bedient, weil dieses in Europa am bekanntesten ist und sich sehr leicht auf das Maß eines jeden Landes ins besondere, reduciren läßt.

[Damit man das Pariser Längenmaaß leicht in das bei uns gebräuchliche Brandenburgische oder sogenanntes Rheinländische Maaß verwandeln kann, so ist zu bemerken, daß der Brandenburgische Fuß 139,13 Pariser Linien enthält, so daß man jede gegebene Anzahl Pariser Fuß nur mit der Zahl 1,0350032 multipliziren darf, um solche in Brandenburgische Fuße zu verwandeln.

Will man Pariser Flächen oder Quadratfuß in dergleichen Rheinländische verwandeln, so müssen jene mit der Zahl 1,0712317, und bei Körper- oder Kubikfuß mit 1,1087283 multiplizirt werden, um solche in Rheinländisches Maaß zu verwandeln.

Noch ist ein für allemal zu bemerken, daß sich der Herr Verfasser bei der Angabe des Flä-

chen- und Körpermaaßes einer in der Hydraulik ungewöhnlichen Bezeichnung bedient, indem derselbe die Unterabtheilungen der Fuße oder Zolle nach dem Duodezimalsystem angiebt, ohne sich der Dezimalbrüche zu bedienen. Auch ist im Original jede zwölfmal kleinere Stelle von der vorhergehenden durch einen Punkt abgetheilt, so daß z. B. 13. 5. 7. 11 Quadratfuß eigentlich $13 + \frac{5}{12} + \frac{7}{12 \cdot 12} + \frac{11}{12 \cdot 12 \cdot 12}$ Quadratfuß bezeichnen. Nach einer in der Architektur üblichen Eintheilung könnte man diese Zahl so aussprechen: 13 Quadratfuß, 5 Riemenfuß, 7 Quadratzoll und 5 Riemenzoll, welches man auch so schreiben kann: $13^{q\,I}\ 5^{r\,I}\ 7^{q\,II}\ 11^{r\,II}$. Beim Körpermaaße bedeutet z. B. 8. 9. 5. 7 Kubikfuß so viel als $8 + \frac{9}{12} + \frac{5}{12 \cdot 12} + \frac{7}{12 \cdot 12 \cdot 12}$ oder 8 Kubikfuß, 9 Schachtfuß, 5 Balkenfuß und 7 Kubikzoll oder $8^{c\,I}\ 9^{s\,I}\ 5^{b\,I}\ 7^{o\,I}$. Der mehrern Deutlichkeit wegen, hat man sich erlaubt, statt der Punkte des Herrn Verfassers die hier angeführte Bezeichnung zu setzen, weil dadurch alle Zweideutigkeit gehoben wird.]

Von dem Thurme (Torre) und seinem Zubehör.

§. 2.

Unten an dem höherliegenden der beyden gedachten Ufer, worin der Hauptort getheilt wird, wurde über einen massiven Grund von der besten Structur, welcher 8 Fuß in der Seite hielt und auf einem sehr festen Gestein lag, ein viereckiger Thurm aufgeführt, und in diesen inwendig rings umher einen 3 Zoll [hohen] Einschnitt (ritaglio) eingelassen. Die vier Seitenwände des Thurmes waren 27 Zoll dick, und umschlossen inwendig im Lichten einen Raum von 9 Quadratfuß. Der Boden desselben war Stein, und bestand aus einem einzigen Stücke. Er war rings umher etwas in die Mauer eingelassen und befestigt, so, daß derselbe durch die Gewalt des auf ihn etwa herabstürzenden Wassers nicht erschüttert werden konnte. Auf der mitternächtlichen Seite des Thurms nehmlich, dem Mühlgraben gegenüber, befanden sich (Fig. 5.) drey quadratförmige Oeffnungen, deren jede Seite 8 Zoll betrug. Jede Oeffnung war in einen besonders harten Stein (bardiglio) eingelassen, der mit der Mauer von gleicher Dicke war. Die Basis der untersten dieser Oeffnungen liegt mit dem Boden in einerley Ebene und ihr Mittelpunct ist demnach vier Zoll höher, als der Boden. Der Mittelpunct der mittlern Oeffnung ist 10 Fuß 4 Zoll und der obersten 15 Fuß 4 Zoll über den Boden erhaben, und er befindet sich zu gleicher Zeit fünf Fuß tiefer als die Sohle des Zuführungscanales. Mit dieser liegt die Grundfläche des Einschnittes in einer wagrechten Ebene, welcher 4 Zoll tief inwendig in die dadurch geschwächten Mauern der 4 Seitenwände des Thurmes hineingeht. Daher ist hier der wagrechte Durchschnitt des Thurmes im Lichten ein Quadrat, dessen Seite 3 Fuß 8 Zoll beträgt.

Auf diese Art liegt 1) der Mittelpunct der obern Oeffnung 5 Fuß

2) Der Mittelpunct der mittlern 10 Fuß, und

3) Der Mittelpunct der untersten 20 Fuß tiefer als die Grundfläche des besagten Einschnittes. Daher ist es bey jedem Versuche hinlänglich, den lothrechten Abstand des Wassers, von dem Einschnitte bis an die oberste Fläche zu messen, um zu wissen, unter welcher Wasserhöhe sich der Mittelpunct der Oeffnung in jedem der drey Geschosse befindet. Zu diesem Ende ist in der linken Ecke der Ausmündung des Einleitungscana-

les ein Maßstab in senkrechter Richtung angebracht, der in Fuße, Zolle und Linien abgetheilt ist, auf welchem man jede nur merkliche Veränderung der Wasserhöhe über dem gedachten innern Einschnitt des Thurmes wahrnehmen kann, und oberhalb desselben reichen die Mauern der Seitenwande noch zwey Fuß höher hinauf, damit sie mit einander für das Wasser eine Einfassung und zu den Beobachtungen einen bequemen Auftritt abgeben.

Aus der Einen erheben sich vier Pfeiler, von welchen das Thurmdach getragen wird. Auf diesem ist oben ein Bündel hydraulischer Instrumente angebracht, die von dem Winde nach allen Richtungen gedrehet werden können.

Die inwendige Oberfläche des Thurmes ist mit einer sehr guten Mischung überzogen, welche so hart wie Stein wird, dergestalt, daß auf keiner Seite kein Tropfen Wasser durch die Mauer durchdringen kann, wenn gleich der Thurm viele Stunden lang mit Wasser angefüllt ist.

Da nun die fortdauernden Wirkungen eines so großen Druckes und die heftigen Stöße des Wassers, welches hier bisweilen inwendig in großer Menge herabstürzt, dieses soliden Baues und der dicken Mauern ungeachtet, dennoch leicht einige Zerstöhrungen veranlassen können; so sind in den drey verschiedenen Geschossen drey große Binder oder eiserne Anker mit ihren Widerhaken eingemauert.

Auswendig ist der Thurm an 3 Seiten mit Gallerien umgeben, welche an den Ecken von steinernen und in der Mitte von eisernen Stützen getragen werden. Die oberste Gallerie ist am Einschnitte, und dient dazu, die Druckhöhen des Wassers über selbigem zu beobachten und zu messen. Von der mittlern Gallerie gelangt man sehr bequem zur obern, so wie von der untern, zur mittlern Oeffnung. Zur untersten Oeffnung aber gelangt man vermittelst zweyer eichenen Unterlager, welche auf den beyden Ecken des Behälters zur rechten und linken Seite der Oeffnung ruhen. Auf jede Gallerie kommt man von zweyen Seiten vermittelst allmählig ansteigender Rampen, welche sich zur rechten und linken Seite des Thurmes längs dem obern Ufer erstrecken. Vorne werden sie mit Rasen und Faschinen zusammengehalten, bis sie mit der Mauer vollkommen verbunden sind. Die Rampen gehen (Fig. 5.) hinter dem Thurme unter drey Bogen fort, welche einen Theil Theil des Einleitungscanales tragen.

Um jede, der drey oben beschriebenen in einer harten Marmorart gemachten Oeffnungen ist eine Vertiefung von 3 Linien eingelassen, um daselbst eine quadratförmige Messingplatte, die 1 Fuß in der Seite hält und 8 Linien dick ist (nach Fig. 8.) anbringen zu können. Diese Platte ist in ihren vier Winkeln vermittelst großer Schrauben so befestiget, daß sie durch keine Erschütterung bewegt werden kann.

Zwischen der Platte und dem Steine liegen zwey oder drey in Wachs und Fett getränkte Leder, damit durch die Zwischenräume weder Wasser noch Luft durchdringen kann.

Eine jede dieser Platten, welche wir die unbeweglichen oder festen (fisse) nennen wollen, hat in ihrer Mitte eine quadratförmige Oeffnung von drey Zollen in der Seite, und quer durch, hat sie in der Mitte nur eine Dicke von vier Linien, und zwar in einer Länge von 5 Zollen, um daselbst in horizontaler Richtung andere kleinere auch quadratförmige Platten von 5 Zollen in der Seite und 4 Linien in der Dicke einschieben zu können, in der Art, daß diese mit der unbeweglichen Platte zusammen genommen eine Dicke von 8 Linien betragen. In diese kleinere Platten sind kleinere Oeffnungen von drey

Zollen, in der Seite oder im Durchmesser, eingeschnitten; eine ausgenommen, die von keiner Oeffnung durchbrochen ist (wie Fig. 9.) und die Deckplatte (lastra cieca) genannt wird, und welche dazu dient, daß man in sehr kurzer Zeit die Oeffnung verschließen, und den Wasserstrahl damit kann anfangen und aufhören lassen. Die Größe und Gestalt der verschiedenen Oeffnungen und der dazu gehörigen Röhren findet man da angegeben, wo wir von den Versuchen und der Art, wie sie gemacht worden, handeln werden.

Da nun die kleinere Platten durch den horizontalen Ausschnitt der unbeweglichen Platte gehen, und beyde vollkommen genau an einander anschließen müssen; so wird ihre Bewegung, um leicht jeden Widerstand der von einem schlüpfrigmachenden und hier angewandten Zwischenmittel vermehrten Cohäsion, und um den Druck zu überwinden, den das in einer so beträchtlichen Höhe im Thurme erhaltene Wasser gegen die Platte ausübt, (nach Fig. 6.) vermittelst einer mit einer Kurbel (manovella) versehenen Rolle (torno), bewerkstelliget.

Daher sind auf den beyden verticalen Seiten der beweglichen Platten zwey würfelförmige oder abgerundete hervorragende Körper befindlich. In diese greift (nach Fig. 6.) eine Kette, die über eine in ihrem Umfange mit einem Einschnitte versehene, Rolle geht mit ihrem einen Ende ein, und mit dem andern, ist sie an dem Umfange der Rolle befestigt. Wenn man nun die Kette in horizontaler Richtung anzieht, so bildet sie an dieser Walze jederzeit eine Tangente, und damit diese Walzen sich nicht mehr oder weniger drehen, als es in jedem Falle nöthig ist, so wird die Kurbel nach einer genauen Abmessung von einem Widerstande, nehmlich von einem eisernen, in die Mauer eingeschlagenen, Pflock angehalten. Dadurch wird zugleich die Länge der Kette, so weit man deren zum Anziehen bedarf, bestimmt. Diese Walzen sind zu beyden Seiten einer jeden Platte angebracht, damit der Zug, wie man will, nach dieser oder jener Seite geschehen kann. Durch die Mitte dieser Walzen gehen ihre sehr sorgfältig in der Mauer befestigten eisernen Axen senkrecht hindurch. Zum bessern Verständniß der Bewegung der Platten sowohl, als der Walzen, kann man selbige in der beygefügten Zeichnung nachsehen.

Von dem Zuführungs- und Einleitungscanale.

§. 3.

Im Frühlinge des Jahres 1765 fing man denjenigen Theil des Zuführungscanals an, welcher an dem, zu den Versuchen bestimmten Orte, ehedem mit einer unbequemen Krümmung, in einen unregelmäßigen Graben floß. Man gab ihm auf eine Strecke von 16 Toisen, eine gerade Richtung; eine horizontale, eher um einige Linien steigende als geneigten Sohle, und eine durchgängig gleiche Breite von 2 Fuß. Alles wurde aus Mauerwerk (massiv) gemacht. In diesen Canal tritt das Wasser mit einem Falle von einer Höhe von 12 Zollen und 4 Linien, ein. Hierauf läuft es nach einigen Strudeln mit einer merklichen Geschwindigkeit fort, und nachdem es die gedachten 16 Toisen zurückgelegt hat, kommt es in seinen alten Graben, der ein beträchtliches Gefälle hat. Sobald

man nun kein Wasser mehr nöthig hat, wird derselbe vermittelst seiner Schutzthür geschlossen, und das Wasser fließt alsdann durch den benachbarten Abzugscanal ab.

In einer Entfernung von 80 Fußen 3 Zollen vom Anfange des besagten Stückes, oder von der Stelle, wo der vorhin beschriebene Wasserfall ist, befindet sich die Einmündung des auch aus gebrannten Ziegeln verfertigten Einleitungscanals. Er ist 2 Fuß breit und eben so hoch, hat eine ganz wagrechte Sohle, und seine Länge von seiner Einmündung bis zur Ausmündung im Thurm beträgt 57 Fuß 6 Zolle. Die ersten 33 Fuß sind in der Erde ausgegraben, jedoch sind die Seitenwände und der Boden massiv. Die übrigen 24 Fuß und 6 Zolle werden von dreyen Bogen, und diese in der Mitte von zwey Pfeilern getragen. Mit dem einen Ende aber geht der Canal in den Thurm, und mit dem andern ruhet er auf dem gegenüber liegenden Ufer. Die Schwelle der Einmündung liegt 2 Zoll höher als die Sohle des Zuführungscanales. Hier findet man zwey Einschnitte in Stein zu den Schützen, vermittelst deren man entweder alles Wasser oder wenigstens einen Theil desselben aus dem Zuführungscanal in den Einleitungscanal kann laufen lassen. Nahe an der Ausmündung des letztern findet man wieder zwey in Stein gemachte Einschnitte. Der eine dient zur Regierung einer daselbst angebrachten Schutzthür und in die andere ist ein aus Messingdraht geflochtenes Gitter gelegt.

Werden nun die Schützen von dem aufgehaltenen Wasser gedrückt, so kann man selbige mittelst einer eisernen Schraube, welche auf einem besondern Gestelle ruht, nach Gefallen in die Höhe ziehen und wieder herablassen.

Die Einschnitte des Zuführungscanals haben außer dem, daß man sie zu den Schützen braucht, noch einen andern Zweck. Man kann nehmlich daselbst noch vier kleine Bretterchen von gleicher Dicke und verschiedener Höhe hineinsetzen. Diese machen das Wasser, je nachdem es nöthig ist, anschwellen, und lassen das, was überflüssig ist, oberwärts herabstürzen. Besonders ist das Gitter im Herbste sehr nützlich, wenn das Wasser mit Blättern und Zweigen bedeckt, fortfließet, wodurch die Versuche nicht wenig würden gestört werden. Diese und andere dergleichen Materien, welche in den Einleitungscanal eindringen würden, werden hier von dem gedachten Gitter aufgehalten. Und weil es viel darauf ankommt, daß sie keinen Eingang in den Thurm finden, so steht deshalb ein zweytes, weit größeres, mit einem Rande versehenes kreuzweise mit Eisen belegtes Gitter, horizontal über dem Einschnitte inwendig im Thurme. Dieses zweyte Gitter dient auch noch dazu, daß sich der Wasserkörper daran brechen könne, welcher sonst mit einer zu großen Heftigkeit auf den Boden herabstürzen oder an die Seitenwände des Thurmes anschlagen würde.

Von den beyden Behältern und ihren Verbindungscanälen.

§. 4.

An dem Fuße der mitternächtlichen Seite des Thurmes, auf welcher die 3 oben beschriebenen Oeffnungen sind, befindet sich der erste rechtwinklige Behälter, der genau 24 Fuß lang, 12 breit und 2½ tief ist (Fig. 2.). Der Boden desselben besteht erstens aus

einer Thonschicht, welche fest geschlagen, gestampft und geebnet ist; dann aus einer Schicht von Steinen, die mit gutem Mörtel verbunden, und endlich aus einer Schicht von Ziegeln, die auf die hohe Kante gestellt sind.

Längs dem Behälter geht eine Reihe dicker, breiter, wohl geebneter und mit einander verbundener Quadersteine queer durch, weil hierauf das Wasser aus jeder der drey Oeffnungen herabfällt, und selbst dasjenige, welches in der Regenzeit vom Dache trieft. Der Boden und die Seitenwände des Behälters sind mit eben der Mischung wie das Innere des Thurmes, überzogen und geglättet. Allein weil dieselben beständig der Sonnenhitze und jeder Witterung ausgesetzt sind, so sind sie nicht so dauerhaft als die innern Wände des Thurmes.

Da überdieß das Wasser, welches aus der mittlern und untern Oeffnung ausströmt, eine solche Gewalt und Richtung hat, vermöge welcher es von dem Behälter zurückprallen und dadurch aus selbigem hinausfahren würde; so sind zu dem Ende vorne an demselben und an den beyden daran stoßenden Winkeln, die Wände vermittelst zusammengeschlagener Bretter so erhöhet und befestiget, daß kein Wasser verlohren gehen kann.

In der Mitte der übrigen Seiten sind drey Oeffnungen, welche mit ihren Geländern, Einschnitten und Steinschwellen, einen Fuß breit sind, und deren jede mit einem eigenen Schutzbrette versehen ist. Diese Oeffnungen machen die Einmündungen der Canäle aus, welche wir jetzt beschreiben wollen.

Das in diesem ersten oder in dem obern Behälter (Vasca superiore) angesammelte Wasser kann durch jeden der Canäle in einen zweyten, nehmlich den untern Behälter (Vasca inferiore) abfließen, der auch ausgemauert und quadratförmig ist, so, daß jede Seite 18 Fuß und seine Tiefe drei Fuß beträgt. Dieser ist von dem obern Behälter 14 Toisen entfernt, und sein Boden liegt 16 Fuß tiefer als der Boden des obern Wasserbehälters. Der untere hat in der Seitenwand gegen Mitternacht eine, einen Fuß breite Oeffnung, welche mit einem Einschnitte und einem Schutzbrette versehen ist, durch diese ergießt sich das Wasser vermittelst eines Canales mit einem merklichen Gefälle und mit einer kleinen Krümmung in den Mühlgraben, dessen Gewässer in seinem Laufe dadurch befördert wird.

Es sind der Canäle, vermittelst welcher das Wasser aus dem obern Behälter geleitet wird, vier. Sie sind alle einen Fuß breit, und haben von der Schwelle ihrer Einmündung in den obern Behälter bis an die Schwelle ihrer Ausmündung in den untern ein Gefälle von 14 Fuß, so, daß dieselben noch 2 Fuß über den Boden des sie aufnehmenden Wasserbehälters erhaben sind. Der Gang der Canäle ist bey jedem derselben verschieden.

Der erste Canal nimmt seinen Anfang auf der mitternächtlichen Seite des obern Behälters, in welche er senkrecht eingelassen ist. Zehn Fuß von seinem Anfange hat er ein Gefälle von 6 Zollen. Hierauf krümmt er sich in eine halbe Cycloide, deren Erzeugungskreis einen verticalen Durchmesser von 10 Fuß hat, die gerade Basis also 15 Fuß 4 Zoll und 3 Linien. Dann gehet er durch die übrigen 58 Fuß 7 Zoll und 9 Linien in gerader Richtung, jedoch mit einem Gefälle von 3 Fuß und 6 Linien; so, daß die ganze Strecke in horizontaler Richtung von der Einmündung bis an die Ausmündung 84 Fuß, und das gesammte Gefälle 14 Fuß beträgt.

Der zweyte Canal fängt auf der linken oder westlichen Seite des obern Behälters, worauf er senkrecht steht, an, und gehet von Anfang eine Strecke von 33 Fuß, mit einem Gefälle von 2 Fuß, fort. Hier wendet er sich vermittelst eines Viertelkreises weiter gegen Mitternacht, und gehet unter einem Gefälle von 3 Fuß, 30 Fuß weit fort. Hierauf wendet er sich von neuem durch einen zweyten Viertelkreis gegen Morgen, und geht 18 Fuß weit fort, wo er während seines Laufes ein Gefälle von 4 Fuß hat. Alsdann macht er nach einer ähnlichen Wendung 75 Fuß gegen Mitternacht. Auf diese Länge beträgt sein Gefälle 5 Fuß. Hier wendet er sich wieder vermittelst einer ähnlichen Krümmung gegen Morgen, wo er 12 Fuß ohne alles Gefälle gerade fortgeht, und sich alsdann in den untern Behälter einmündet. Auf diese Art läuft er von vier Krümmungen unterbrochen, durch eine Strecke von 168 Fuß.

Der dritte Canal fängt sich an der rechten Seite des obern Behälters, worauf er senkrecht steht, an; geht hierauf durch eine Strecke von 33 Fuß, während welcher sein Gefälle 2 Fuß beträgt, fort. Hierauf wendet er sich durch einen Viertelkreis gegen Mitternacht, wo er 52 Fuß fortgeht und auf diese Länge ein Gefälle von 10 Fuß hat. Alsdann setzt er diesen Weg in gerader Richtung mit einem Gefälle von 2 Fuß, 53 Fuß weit, fort. Hierauf wendet er sich mit einem horizontalen Arme von 30 Fuß, gegen den untern Behälter, indem er während seines ganzen Laufes, der nur von zwey Krümmungen und einer Einbiegung des Bodens in der Mitte des zweyten Armes unterbrochen wird, 168 Fuß gemacht hat.

Der vierte hat mit dem eben beschriebenen dritten Canal einen gemeinschaftlichen Anfang. Allein nach einer Strecke von 75 Fuß in dem mittlern Arme und einem Gefälle von 11½ Fuß, nimmt er, unter einem rechten Winkel, vermittelst eines doppelten Einschnittes, seinen Weg, 18 Fuß gegen Morgen, worauf er sich dann mittelst eines Viertelkreises wendet und 24 Fuß gegen Mittag und hier nach einer ähnlichen Wendung 33 Fuß gegen Morgen fortläuft, so, daß er hier unter den dritten Canal weggeht. Hierauf läuft er eine Strecke von 54 Fuß gegen Mitternacht, unter einem Gefälle von 6 Zollen unter alle diese 4 Arme fort und mündet sich hier in den letzten horizontalen Arm des dritten Canales, 15 Fuß von dessen Ausmündung in den Behälter, ein; nachdem er einen, durch sechs Krümmungen unterbrochenen Weg von 252 Fuß, gemacht hat.

Alle diese Canäle sind durchgängig einen Fuß breit. Das ganze Gefälle von ihrer Einmündung bis zu ihrer Ausmündung beträgt 14 Fuß. Die Schwelle ihrer Mündungen ist 2 Fuß höher als der Boden des sie aufnehmenden Wasserbehälters. Allein der erste unter ihnen geht gerade mit einer zum Theil cycloidalischen Sohle fort und hat eine Länge von 14 Toisen. Der zweyte theilt sich durch vier Wendungen in eben so viele gerade fortlaufende Zweige, und hat eine Länge von 28 Toisen. Der dritte ist ebenfalls 28 Toisen lang, allein er theilt sich vermittelst zweyer Krümmungen in 3 gerade fortgehende Arme und seine Sohle hat ungefähr in der Hälfte des mittlern und größern Armes eine Einbiegung. Der vierte ist 42 Toisen lang und theilt sich mittelst seiner sechs Krümmungen in sieben Zweige ab.

Die schnelle und bestimmte Erhöhung der Schutzbretter, sowohl der Wasserhälter als der Canäle, bewirkt man vermittelst eines auf einem besondern Gestelle angebrachten Hebels.

bels. Es wurden hierbey zwar noch viele andere Maschinen und hölzerne Geräthschaften gebraucht, welche zu den Versuchen sehr bequem und nützlich sind; allein da sie im Verfolg unseres Vertrages zu dem weitern Verständnisse nichts beytragen, so wollen wir uns auf deren Beschreibung hier nicht einlassen.

Von der, bey Anstellung der Versuche mit verschiedenen Oeffnungen und unter verschiedenen Wasserhöhen im Thurme, beobachteten Verfahrungsart.

§. 5.

Vermittelst der vorhergehenden Beschreibung des Thurmes nebst seinem Zubehör und mit Hülfe der hiervon entworfenen Zeichnungen, wird man leicht das Verfahren begreifen, welches man bey den angestellten Versuchen beobachtet hat. Wenn das Wasser rein durch den Zuführungscanal floß, (welches nur gegen Ende des Sommers zu geschehen pflegt, wenn der Schnee auf den Gebirgen geschmolzen, der Dorafluß in seinen hellen Fluthen ruhig fortging); so wurde die Einmündung des Einleitungscanales nach und nach, seine Ausmündung aber ganz geöffnet, damit anfänglich das Wasser, ohne viel Luft mit sich fortzureißen, nur in geringer Menge auf den Boden des Thurmes fallen und sich weit über die drey Oeffnungen erheben konnte, welche vermittelst der Deckplatte am besten verschlossen wurden. An diese setzte man die durchlochte Platte, womit man die Versuche anstellen wollte, so, daß die beyden hervorragenden aneinanderliegenden würfelförmigen Körper von einem dritten, der wie ein Glied einer Kette aussieht, umfaßt und dergestalt verbunden wurden, daß sich die eine Platte ohne die andere nicht bewegen ließ. Zu diesem Ende hielt man die Kurbeln der Walzen in der Hand, um auf das gegebene Zeichen sogleich die Oeffnung aufziehen oder verschließen zu können. Wenn sich nun hierauf das Wasser über die besagten Oeffnungen erhoben hatte, so zog man inwendig den Schutz an der Einmündung auf und ließ das Wasser ungehindert in den Thurm eindringen und selbigen anfüllen. Weil aber die gewöhnliche Menge des zufließenden Wassers im Thurme, das Wasser nur wenige Zolle über die Grundfläche des Einschnittes erheben, und selbiges sich auch nachher bey Aufziehung einer der größern Oeffnungen, erniedrigen würde; so setzte man zwey oder mehrere der oben erwähnten kleinen Bretterchen, in die Einschnitte des Zuführungscanales, welche sich an der Mündung des Einleitungscanales befanden. Die drey ersten machen auf einander gestellt, zusammen eine Höhe von 14 Zollen und 5 Linien, und alle vier zusammen eine Höhe von 16 Zollen und 8 Linien über der Schwelle der Einschnitte; aber nur 14 Zoll und 8 Linien über den untern Rand des Einleitungscanales. Diese kleinen Bretter, werden nach der Ordnung der darauf bemerkten Zahlen 1, 2, 3, 4, auf einander gestellt, so, daß die drey derselben, welche mit den Zahlen 1, 3 und 4 bezeichnet sind, das Wasser so hoch erheben als die Schwelle desjenigen Abfalles, den man am Anfange des gerade fortgeführten und auf die oben beschriebene Art, eingerichteten Zuführungscanales findet. Wenn sich indeß das Wasser bis an das zur Beobachtung bequeme Zeichen erhoben hatte, und

man selbiges seine schwankenden Bewegungen so lange fortsetzen ließ, bis es endlich eine ruhige und unveränderliche Oberfläche angenommen hatte; so gab der Herr Architect Pagani, der es auf sich genommen hatte, die Beobachtungen an diesem Orte anzustellen und der, nöthigen Falles noch von einem Gehülfen unterstützt wurde, das Zeichen, die Platte an derjenigen Oeffnung aufzuziehen, mit welcher man die Versuche machen wollte. Diese Anzeige theilte der Herr Architect Giulio, welcher bei einem vollkommen genauen, von ihm selbst verfertigten Secundenpendel, stand, den Herren Architecten Capello und Goletti mit, welche zu Regierung der Platten und Rollen, um nehmlich die Oeffnungen aufzuziehen und zu verschließen, angestellt waren; indem jener mit lauter Stimme die Secunden zählte und vorläufig mit 55 anfing und mit der Zahl 60 endigte, so, daß wenn diese ausgesprochen war, die Oeffnungen in demselben Augenblicke aufgezogen oder verschlossen wurden.

Wenn nun dieses geschehen war, so wartete man so lange, bis daß das in dem Behälter sich angesammelte Wasser, in seiner schwankenden Bewegung nachgelassen hatte. Auch maß man nicht eher die Höhe des Wassers, als bis sich dasselbe völlig in Ruhe gesetzt und eine wagrechte Ebne gebildet hatte. Damit der Boden des Behälters ebenfalls vollkommen wagrecht und eben würde; so ließ man immer etwas Wasser bis zu einer geringen Höhe, welches nachher von dem ganzen Bestande abgezogen wurde, in selbigem zurück. Diese Höhen wurden, außer an den auf das Geländer der beyden Schützen zur rechten und linken Seite des Behälters gezeichneten Scalen, noch von zweyen oder mehrern Personen vermittelst einer in Fuße, Zolle und Linien abgetheilten, halben Toise von der Schwelle der gedachten Schütze an, gemessen. Weil aber auch die Höhe von einer einzigen Linie zwey Cubikfuß Wasser ausmachte, indem die Oberfläche des Behälters 289 Quadratfuß mit Inbegriff des Fußes, an welchem sich die Geländer der drey Schützen erheben, enthielt; so mußte man auch noch die Theile einer Linie aufzeichnen.

Wenn man nun zuerst die Theile einer Linie mit dem bloßen Auge bemerkt hatte, so steckte man eine Nadel senkrecht in den Maßstab ein, und diese erhöhete oder erniedrigte man so lange bis die ruhige Oberfläche des Wassers sie längs ihrer Seite berührte. Hatte man sich nun auf diese Art genau von der Höhe des Wassers, welches in der bemerkten Anzahl von Secunden in den Behälter herabgefallen war, überzeugt, so hatte man diese Menge auch in Cubikfuß.

Wurde nun hierauf einer von den drey Schützen aufgezogen, so ließ man das Wasser in den untern Behälter abfließen und dadurch gewann man an Raum zu andern Beobachtungen, von welchen wir an einem andern Orte reden werden. Da nun das Wasser jederzeit mehrere Minuten lang ausströmte, so gewann man dadurch Zeit die Seite oder den Durchmesser des wirklichen Wasserstrahles zu beobachten, um ihn dann mit dem berechneten zu vergleichen.

Wenn nun die Versuche gegen Abend beendiget waren, und man das ganze Verfahren und alle dabey vorkommende Umstände aufgezeichnet hatte, so verwandte man noch den Abend zu den Berechnungen, dergestalt, daß wir uns nie mit Berechnungen überhäuft sahen, die wir nicht noch im frischen Andenken hatten. Diese Berechnungen wurden von vier, nie aber von weniger als von drey der oben angeführten Personen in folgender Art gemacht.

§. 6.

Zuerst suchte man die mittlere oder die äquirte Wasserhöhe über dem Einschnitt, zu dieser mußte noch die beständige Höhe des Einschnittes über den Mittelpunct der Oeffnung hinzugefügt werden und so erhielt man die gesammte Höhe des Wassers über dem Mittelpunct selbst. Die Wasserhöhe über dem Einschnitt war oft, gewissen kleinen Veränderungen unterworfen, welche entweder durch eine oder mehrere Ursachen veranlaßt wurden. Erstens ist es leicht einzusehen, daß, wenn das Wasser auf eine gewisse Höhe über dem Einschnitt still und ruhig stand, und dabey alle Oeffnungen des Thurmes verschlossen waren, bey der ersten Eröffnung irgend einer derselben, eine plötzliche Erniedrigung seiner Oberfläche, erfolgen mußte, die bey einer kleinen Oeffnung nicht bedeutend, bey einer größern aber doch sehr merklich war. Wenn man nun gleich hier, wo der Lauf des Wassers in dem Zuführungscanale gleichförmig war und der Versuch mehrere Minuten lang dauerte, wo man also die Wasserfläche, welche sich nun einige Zolle erniedriget hatte, auf einerley Horizont oder auf eine beständige Höhe über dem Einschnitt brachte; so wurde doch das fortströmende Wasser bisweilen durch andere zufällige Umstände geändert, welchen es auf dem langen Wege von mehrern Meilen, ehe es diesen Ort erreicht hatte, unterworfen war.

Andere und plötzliche Veränderungen dieser Höhe veranlaßten auch einige, sich hier in der Nähe der Oeffnungen aufhaltende Lufttheilchen. Diese wurden zuletzt von dem Wasser fortgestoßen und gaben sich durch das Pfeifen zu erkennen, welches mit der plötzlichen Erniedrigung des Wasserspiegels von oben her, begleitet war. Diese hier in der Nähe der Oeffnungen sich aufhaltende Luft, verringerte bisweilen den Wasserstrahl sehr merklich, welcher nach dem erwähnten Pfeifen wieder seine vorige Ausdehnung erhielt. Jedoch führen wir von diesen Versuchen als denjenigen, welche abgeändert sind, keine an. Denn es gnüget uns hier, die zufälligen Umstände anzuführen, welchen dieselben unterworfen sind, um sie für andere vorkommende Fälle aufzubewahren.

Es war daher nothwendig, daß man mit der Uhr und mit der Feder in der Hand, alle Veränderungen der Höhe und die Zeit aufzeichnete, in welcher sich jene zutrugen, um ohne Gefahr eines merklichen Irrthumes die mittlere oder äquirte Höhe, welche man für die beständige Höhe über den Einschnitt annehmen kann, angeben zu können. Vielleicht scheint es manchem zu weit getrieben zu seyn, hier bey einer so großen Anzahl von Fuß für die beständige oder unveränderliche Höhe, selbst noch wenige Zolle in Rechnung bringen zu wollen, indem so kleine Differenzen keine Verschiedenheit in der Geschwindigkeit bewirken können; indeß mag dem seyn wie ihm wolle, so haben wir hier zu unserer und derjenigen Beruhigung, welche eine solche Genauigkeit lieben, diese Kleinigkeiten nicht aus der Acht gelassen und wir wollen sie daher an einigen Beyspielen, die von solchen dieser Versuche, bey welchen beträchtlichere Veränderungen erfolgten, hergenommen sind, durchgehen.

In dem Versuche, welcher am 26. September des Sommers 1764 in dem obern Geschosse, vermittelst einer quadratförmigen, drey Zoll in der Seite haltenden und mit einem cycloidalischen Ansatze versehenen Oeffnung gemacht wurde, war die Höhe des still stehenden Wassers, so bald die Oeffnung aufgezogen war, 21 Zoll 3 Linien über dem Einschnitte; allein eine Minute nach der Eröffnung, war es auf 20 Zoll 3 Linien, nach

2 Minuten auf 20 Zoll, nach 3 Minuten auf 19 Zoll 8 Linien, nach 4 Minuten auf 19 Zoll 7 Linien, nach 5 Minuten auf 19 Zoll 6 Linien, nach 6 Minuten auf 19 Zoll 5 Linien, und nach der siebenten und letzten Minute auf 19 Zoll 4 Linien, herab gesunken.

Nun schrieb man nach folgender Tabelle, in den ersten Spalt die veränderlichen Höhen, unter einander. Von je zweyen nahm man das arithmetische Mittel und setzte es in den zweyten Spalt. Hierauf folgt die Dauer der Versuche in Zeittheilen ausgedruckt. Jede arithmetische Mittelzahl für die Höhe wurde mit der Zeit multiplicirt und die Producte in den folgenden Spalt gesetzt. Die Summe der Producte dividirte man durch die Zahl der Minuten als die Dauer der Versuche, so gab der Quotient die gesuchte mittlere Höhe an.

Veränderliche Höhen in Zollen und Linien.	Arithmetisches Mittel von je zweyen.	Zeiten in Minuten.	Producte.
$21^{II}\ 3^{III}$ 20 3	$20^{II} 9^{III} 0^{IV}$	1^{I}	$20^{II} 9^{III} 0^{IV}$
20 3 20 0	20 1 6	1	20. 1. 6.
20 0 19 8	19 10	1	19. 10.
19 8 19. 7	19 7 6	1	19. 7. 6.
19 7 19 6	19 6 6	1	19. 6. 6.
19 6 19 5	19 5 6	1	19. 5. 6.
19 5 19 4	19 4 6	1	19. 4. 6.

Daher ist die Summe $138^{II} 8^{III} 6^{IV}$.
Die Zeit 7 Minuten.
Also die gesuchte mittlere Höhe $= 19^{II} 9^{III} 9^{IV}$.

Bey dem Versuche am 27. September 1764, welcher in dem mittlern Geschosse mit der quadratförmigen 3 Zoll in der Seite haltenden Oeffnung, woran ein cycloidalischer Ansatz befestiget war, gemacht wurde, betrug die Wasserhöhe über dem Einschnitte am Anfange 22 Zoll 6 Linien. Hierauf senkte sich das Wasser, und nach einer Minute stand der Spiegel 21 Zolle von der gedachten Oeffnung; nach 2 Minuten 20'' 10'''; nach 3 Minuten, 20'' 9'''. In dieser Höhe blieb der Wasserspiegel während der ganzen vierten Minute stehen. Hierauf sank das Wasser plötzlich herab, und erhielt eine Höhe von 20'' 8''', und so erhielt es sich während der beyden folgenden Minuten.

Veränderliche Höhen in Zollen und Linien.	Aequirte mittl. Höhe von je zwey und zwey.	Zeiten in Minuten ausgedruckt	Producte.
22'' 6''' } 21 0	21''9'''0''''	1'	21''9'''0''''
21 0 } 20 10	20 11	1	20. 11.
20 10 } 20 9	20 9 6	1	20. 9. 6.
20 9 } 20 9	20 9	1	20. 9.
20 8	20 8	1	41. 4.

Summe der Minuten 6.

Summe der Producte 125. 6. 6.

Also die mittlere Höhe 20'' 11''' 1''''.

Am 25. Septbr. 1764 betrug bey dem Versuche, welcher in dem untern Geschosse mittelst der quadratförmigen, 3 Zoll in der Seite haltenden, mit einem cycloidalischen Ansatze, versehenen Oeffnung, gemacht wurde, die Höhe des Wassers anfänglich 21 Zolle 3 Linien, nach einer Minute 18'' 10'''; nach 2 Minuten 18'' 4'''; nach 3 Minuten 18'' 2'''. In dieser Höhe blieb es bis zu Ende, d. h. 1 Minute und 15 Secunden hindurch stehen.

Veränderliche Höhen in Zollen und Linien.	Acquirte mittlere Höhe von je zweyen.	Zeiten in Minuten ausgedruckt	Producte.
$21^{II}\ 5^{III}$ / 18 10	$20^{II}0^{III}6^{IV}$	1^{I}	$20^{II}0^{III}6^{IV}$
18 10 / 18 4	18 7	1	18. 7.
18 4 / 18 2	18 3	1	18. 3.
18 2	18 2	$1\frac{1}{4}$	22. 8. 6.

Summe $4\frac{1}{4}$ M. S. $79^{II}\ 7^{III}$
Die mittlere Höhe ist $18^{II}\ 8^{III}\ 8^{IV}$.

Am 3ten Octbr. 1764 wurde der Versuch in dem untern Geschosse mittelst einer quadratförmigen, 3 Zolle in der Seite haltenden, mit einem cycloidalischen Ansatze und einer Röhre versehenen Oeffnung, angestellt. Zuerst erhob sich der Spiegel 22 Zoll 7 Linien über den Einschnitt; nach der ersten Minute stand er $20^{II}\ 2^{III}$ von der gedachten Oeffnung; nach 2 Minuten $19^{II}\ 8^{III}$, nach 3 Minuten $19^{II}\ 3^{III}$ nach 4 Minuten $18^{II}\ 11^{III}$ und nach 5 Minuten $18^{II}9^{III}$.

Veränderliche Höhen in Zollen und Linien.	Acquirte mittlere Höhe von je zweyu. zwey.	Zeiten in Minuten ausgedruckt	Producte.
$22^{II}\ 7^{III}$ / 20 2	$21^{II}4^{III}6^{IV}$	1	$21^{I}\ 4^{II}\ 6^{III}$
20 2 / 19 8	19 11	1	19. 11.
19 8 / 19 3	19 5 6	1	19. 5. 6.
19 3 / 18 11	19 1	1	19. 1.
18 11 / 18 9	18 10	1	18. 10.

Summe 5 M. S. $98^{II}\ 8^{III}$
Also ist die mittlere Höhe $19^{II},8\frac{4}{5}^{III}$

Zu denjenigen Versuchen, bey welchen man noch mehr irreguläre Veränderungen der Höhe beobachtet hat, gehört der zweyte, vom 11ten Octbr. 1764. Er wurde mittelst einer quadratförmigen Oeffnung und prismatischen Röhre von 2 Zollen in der Seite, in dem mittlern Geschosse gemacht. Anfänglich betrug die Wasserhöhe 22 Zoll 1 Linie. Eine Minute nach aufgezogener Oeffnung, betrug die Höhe $21''5'''$, nach 2 Minuten $21''4'''$, nach 3 Minuten $21''\ 3'''$. In dieser Höhe erhielt es sich 5 Minuten; allein am Ende der 9ten Minute betrug sie $21''\ 4'''$ nach der 10ten M. $21''\ 5'''$. Hier erhielt sich dieselbe wieder eine Minute lang. Nach dieser nahm sie bis gegen das Ende der 12ten Minute, wo sie $21''\ 6'''$ betrug, immer zu.

Veränderliche Höhen in Zollen und Linien.	Aequirte mittlere Höhe von je zwey u. zwey.	Zeiten in Minuten ausgedruckt	Producte.
$22''$ $1'''$ } 21 5	$21''9'''0^{IV}$	1	$21'''9''0^{IV}$
21 5 } 21 4	21 4 6	1	21. 4. 6.
21 4 } 21 3	21 3 6	1	21. 3. 6.
21 3 } 21 3	21 3	5	106. 3.
21 3 } 21 4	21 3 6	1	21. 3. 6.
21 4 } 21 5	21 4 6	1	21. 4. 6.
21 5 } 21 5	21 5	1	21. 5.
21 5 } 21 6	21 5 6	1	21. 5. 6.

Summa 12 M. S. $256''2'''6^{IV}$.

Daher ist die mittlere Höhe $21''\ 4'''\ 2^{IV}\ 6^{V}$.

Hieraus siehet man deutlich ein, daß solche Veränderungen, von den Veränderungen des fließenden Wassers selbst veranlaßt werden.

§. 7.

Auf diese Art wird also die mittlere Wasserhöhe über den Einschnitt bestimmt. Will man nun die gesammte Wasserhöhe von dem Mittelpuncte der Oeffnungen bis an den Spiegel haben; so muß man für Versuche in dem obersten Geschosse 5, in dem mittlern 10 und in dem untersten 15 Fuß zu der obigen Höhe, wie solches schon in (§. 2.) bemerkt ist, hinzufügen. Die Grundfläche des Behälters betrug 289 Quadratfuß. Wenn man also die Höhe, zu welcher das Wasser in einer bekannten Zeit gelangt ist, abgemessen hat, und dann die Fläche von 289 Quadratfuß, mit der gefundenen Höhe multiplicirt; so hat man die Wassermenge nach Fuß, Zollen, Linien und Scrupel in Cubikmaß ausgedruckt. Dividirt man nun diese Wassermenge durch die Zahl der Secunden als die Dauer des Versuches, so erhält man die Ausflußmenge für jede Secunde. Dividirt man nun diese Menge durch diejenige Geschwindigkeit, welche der beständigen Wasserhöhe über den Mittelpunct der Oeffnung zukommt, so ergiebt sich hieraus der Querschnitt der größten Zusammenziehung des Wasserstrahles, dessen Seite oder Durchmesser nach bekannten Gründen der ausübenden Geometrie, gefunden werden kann.

[Die hier gegebene Regel, daß man den Querschnitt in der größten Zusammenziehung des Wasserstrahls bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand erhalte, wenn man die Wassermenge in einer Secunde, durch diejenige Geschwindigkeit dividirt, welche der Druckhöhe über dem Mittelpunkt der Oeffnung zugehört, ist nicht hinlänglich begründet, es wird sich aber in der Folge beweisen lassen, daß die unmittelbaren Ausmessungen des zusammengezogenen Strahls diese Regel so weit begründen, daß man sich derselben mit hinlänglicher Genauigkeit bedienen kann. Um besser zu übersehen, was hier unter Queerschnitt des zusammengezogenen Strahls verstanden wird, bezeichne man denselben durch φ^2. Ferner sey:

Q die Wassermenge für jede Secunde,
a^2 die Fläche der Oeffnung,
h die zugehörige Druckhöhe und
g die Höhe, von welcher ein Körper in der ersten Secunde frei fällt, wofür man in Rheinländischem Maaß $15\frac{1}{8}$ Fuß und im Pariser Maaße gewöhnlich 15 Pariser Fuß annimmt. (Genauer ist $g = 15{,}098$ Pariser Fuß.)

Alsdann ist die Geschwindigkeit, welche der Höhe h für den freien Fall entspricht $= 2\sqrt{gh}$, also nach d. V. der Querschnitt des zusammengezogenen Strahls oder $\varphi^2 = \frac{Q}{2\sqrt{gh}}$]

§. 8.

Die mit den verschiedenen Höhen zusammen gehörige Geschwindigkeit findet man vermittelst der Regel des Huygens, welche von Newton und in der Folge auch von allen Mathematikern der neuern Zeit bestätigt worden ist. Diese Regel setzt voraus, daß ein schwerer, frey fallender Körper, welcher seine Bewegung von der Ruhe anfängt in einer Zeitsecunde einen Weg von 15' 1'' zurücklegt. Daher hat die Parabel, welche als die Scale solcher Geschwindigkeiten angesehen werden kann, eine Länge von 60 Fuß und 4 Zollen

len zum Parameter. Wir haben hier nur die 60 Fuß in Rechnung gebracht, indem wir glauben, die 4 Zolle füglich weglassen zu können, theils weil es schon andere vor uns gethan haben, theils weil man wegen der unvollkommenen Flüssigkeit des Wassers selbst etwas zugeben muß.

§. 9.

Auch nehmen wir noch in diesen Versuchen an, daß der Mittelpunct der Geschwindigkeit dieser Oeffnungen, mit dem Mittelpuncte ihrer Größe zusammenfalle. Dieses kann man ohne Gefahr eines merklichen Irrthumes annehmen, und geschiehet auch selbst nach dem Beispiele der besten Schriftsteller, wofern nur die Wasserhöhe über der Oeffnung beträchtlich größer ist als die Höhe der Ausflußöffnung, so wie dieses bey allen unsern Versuchen der Fall ist.

§. 10.

Diejenigen, welche die Schwierigkeit kennen, eine vollkommene ebene Messingplatten von der oben bemerkten Größe und Dicke, völlig viereckig zu machen, vollkommen genaue quadratförmige Oeffnungen in selbige einzuschneiden und sie überall rein auszuschleifen, werden vielleicht immer Grund davon hernehmen, die Genauigkeit dieser Versuche in Zweifel zu ziehen. Daher werden wir, um jedermann zufrieden zu stellen, an seinem Orte, die Correctionen der vermittelst eines Microscops im October 1764 angestellten, und im May 1765 wiederholten Versuche, angeben. Bey dieser Revision zeigte sich noch ein kleiner Unterschied, der zwischen den quadratförmigen, zwey Zoll weiten und den andern Oeffnungen, Statt fand. Obgleich man nun die Ursache davon entdeckte und auch die Wirkung davon nicht aus der Rechnung ließ; so wollte man doch im Jahre 1765 vermittelst anderer ähnlicher, in noch dünnern Platten gemachten Oeffnungen, allen Zweifel aus dem Wege räumen. Diese Platten wurden auf dieselbe Art, wie die festen, angebracht, so, daß keine Abänderung in den Umständen Statt fand. Bey der Revision legte man jede Oeffnung an eine und eben dieselbe Scale, die aus dünnem Messingbleche bestand, und in Zolle, Linien und Sechstellinien eingetheilt war. Man legte jede Oeffnung so wohl nach ihrer Länge, als nach ihrer Breite an drey Stellen an, beobachtete hierauf mit einer Linse, welche jede Ausdehnung fünf Mahl vergrößerte, den Theil einer Linie, um welche jede dieser Stellen größer oder kleiner gefunden wurde, als sie eigentlich seyn sollte. Diese dreyerley so wohl in der Länge als Breite der Oeffnung gefundenen Maße, wurden aufgezeichnet, verglichen, das Mittel davon genommen, und so wurde nach diesen äquirten Abmessungen, der Flächeninhalt der Oeffnungen berechnet. Jedoch hielten wir es für unnöthig, solche Brüche in der Rechnung beyzubehalten, welche kleiner als eine Quadratlinie ausfielen. Denn so kleine Theile einer Linie entziehen sich der genauesten Beobachtung, eines selbst mit einer Linse, bewaffneten Auges. Zu unserer Absicht aber ist es hinreichend, wenn gleich solche kleine Theile gegen die Ganzen aus der Acht gelassen werden.

Bey der Aufstellung der Versuche wollen wir uns nicht nach der Zeitfolge, in welcher sie gemacht sind, sondern nach der Gestalt und Größe der für jedes Ge-

schoß bestimmten Oeffnungen richten, jedoch stets mit der Anzeige der dazu gehörigen Data. So kann man die Versuche besser mit einander vergleichen, sie leichter übersehen und die Folgerungen ohne Mühe daraus herleiten. Um nun den Leser nicht durch die weitläuftigen Berechnungen eines jeden Versuches zu ermüden, deren Gang wir kurz vorher aufgezeichnet haben; so wollen wir die Rechnungen nur bey dem ersten Versuche aus einander setzen, bey allen übrigen aber die Data und Resultate angeben, und zwar alles in Pariser Fuß, so wie wir solches bereits oben bemerkt haben.

Zweyter Abschnitt.

Versuche mit drey Zolle weiten Oeffnungen im obern Geschosse.

Mit der quadratförmigen, drey Zolle in der Seite haltenden Oeffnung.

§. 11.

Erster Versuch.

Am 26sten Septbr. 1764 wurde der Thurm 20 Zolle und 4 Linien über dem Einschnitt mit Wasser angefüllt. Als die Wasserfläche wagrecht stand, machte man die quadratförmige, 3 Zoll in der Seite haltende Oeffnung auf, und ließ das Wasser zehen Minuten lang durch selbige ungehindert herausschießen. Nach erfolgter Eröffnung senkte sich der Spiegel nach und nach herab, und zwar in der Art, daß nach Verlauf von einer Minute die Wasserhöhe $19^{II}\ 8^{III}$, nach 2 Minuten $19^{II}\ 4^{III}$, nach 4 Minuten $19^{II}\ 3^{III}$ betrug, in welcher Höhe es nun während der übrigen 6 Minuten stehen blieb.

Vergleicht man nun diese Höhen mit den Zeiten, während welcher sie sich verändert haben, nach der oben (§. 6.) gegebenen Vorschrift; so findet man die mittlere Höhe $19^{II}\ 4^{III}\ 3\tfrac{1}{3}^{IV}$ d. i. $1^{I}\ 7^{II}\ 4^{III}\ 3\tfrac{1}{3}^{IV}$. Hierzu müssen nun noch 5 Fuß, als die Höhe des Einschnittes über dem Mittelpunct der Oeffnung, hinzugerechnet werden; so macht die ganze Höhe $6^{I}\ 7^{II}\ 4^{III}\ 3^{IV}$. Dazu gehört eine Geschwindigkeit von $19^{I}\ 11^{II}$ in jeder Secunde. [Wenn man nemlich $6^{I}\ 7^{II}\ 4^{III}\ 3^{IV}$ mit der Zahl 60 (§. 8.) multiplizirt und aus dem Product die Quadratwurzel auszieht.] Das in dem Behälter während der Zeit von 10 Minuten angesammelte Wasser, stand $1^{I}\ 7^{II}\ 3^{III}$ hoch. Dieses mit 289 als der Grundfläche multiplicirt, giebt $463^{cI}.\ 7^{aI}.\ 3^{bI}.$ zum Producte, daher erhält man in jeder Minute $46^{cI}.\ 4^{aI}.\ 4^{bI}.$ und in jeder Secunde $0^{cI}.\ 9^{aI}.\ 3^{bI}.\ 3^{cII}.$ Theilet man diese Zahlen durch $19^{I}\ 11^{II}$ als durch die Geschwindigkeit, so giebt der Quotient den zusammen gezogenen Wasserstrahl $5^{qII}.\ 7^{rIII}.$

[Wegen der hier gebrauchten Bezeichnung, sehe man die Bemerkung am Ende zu §. 1.]

Anm. In diesem wie in allen andern ähnlichen Versuchen, wurde rings um die Seiten der Oeffnung eine gewisse Cavität von ungefähr dritthalb Linien bemerkt und das ausströmende Wasser nahm, seinem körperlichen Inhalte nach, bis auf eine kleine Entfernung von der Oeffnung selbst, ab. Diese Verringerung des Strahles aber konnte nicht mit der erforderlichen Genauigkeit gemessen werden, theils wegen der heftigen und erschütternden Bewegung des Wassers selbst, theils aber auch wegen der sehr zusammen gesetzten Gestalt, welche dasselbe sogleich annahm; und weil diese Gestalt bey allen durch simple quadratförmige Oeffnungen hervorschießende Strahlen zum Vorschein kam, so wollen wir sie hier in wenig Worten beschreiben.

Die quadratförmigen, drey Zoll weiten Oeffnungen sind, wie ich schon an einer andern Stelle bemerkt habe, in feste unbewegliche Platten (man s. Fig. 4.) eingeschnitten, deren Dicke etwa 4 Linien beträgt. Allein die äussern Ecken dieser Oeffnungen werden ungefähr auf 2½ Linien gar nicht von dem auslaufenden Wasser berührt; wohl aber die innern, an welchen das Wasser durchstreift, sich bey seinem Ausflusse in seiner körperlichen Größe vermindert, und an jeder Seite eine krumme Oberfläche bildet, welche einem halben, mit der Spitze etwas zurückgebogenen Lorbeerblatte, gleicht. Aus allen Ecken brechen Strahlen in parabolischer Richtung hervor. Der aus der obern Ecke macht einen sehr spitzigen Winkel, weniger der aus der untern Ecken und von gleicher Krümmung sind die Strahlen an den beyden Seiten. Mit dem Mittelpuncte der Oeffnung gehört ein starker Strahl zusammen, so, daß der Querschnitt des Wasserstrahles eine Art von Kreuz bildet. Diese Erscheinung gewährt dem Auge ein angenehmes Schauspiel, besonders bey den kleinen Oeffnungen in dem obersten Geschosse des Thurmes, wo eine weniger heftige Bewegung Statt findet. Fünf hellglänzende Silberstrahlen worunter sich derjenige, welcher von dem Mittelpuncte ausgeht, am meisten auszeichnet, bilden ein Kunstwerk, das dem äussern Ansehen nach, aus dem schönsten Krystall besteht.

[Die Abbildung des durch eine quadratförmige Oeffnung mit wagerechter Grundlinie ausfließenden Wasserstrahls, Figur 6, enthält die Gestalt dieses Strahls nur nahe bei der Oeffnung. Allein da derselbe bei einer angemessenen Druckhöhe, mehrere deutlich zu unterscheidende Knoten bildet, bei welchen der Querschnitt der Oeffnung nahe genug wieder zum Vorschein kommt, so habe ich versucht diese Gestalten für verschiedene Oeffnungen abzubilden, wie sich solche bei den deshalb unternommenen Versuchen darstellten. Hiebei ist zu bemerken, daß je höher bei einerlei Oeffnung die Druckhöhe angenommen wird, desto mehr entfernen sich die Knoten von einander und werden undeutlicher. Für eine dreiviertel Zoll weite Oeffnung fand man eine Druckhöhe von 6 bis 9 Zoll am zuträglichsten. Sämmtliche zu den Versuchen angewandte Oeffnungen waren in messingene Platten von einer halben Linie dick, sorgfältig eingeschnitten und in der vertikalen Wand eines Wasserbehälters angebracht. Die Abbildung der verschiedenen Oeffnungen findet man Figur 1. 2. 3. 4. 5. 6. auf der vierten Tafel um die Hälfte verkleinert. Unter denselben ist der Wasserstrahl so abgebildet, als wenn sich das Auge über demselben befände, wobei auf seine Krümmung keine Rücksicht genommen ist. Neben den Wasserstrahlen findet man die auf ihre Richtungen senkrechte Querschnitte, durch welche die verschiedenen Umdrehungen dieser Querschnitte deutlich werden. Noch ist Figur 7. die Seitenansicht des Strahls Figur 1. beigefügt.]

Zweyter Versuch.

An demselben Tage wurde unter denselben Umständen, derselbe Versuch während anderer zehen Minuten wiederholt. Man erhielt auch dasselbe Resultat, der zusammengezogene Wasserstrahl betrug 5‴ 7‴.

Dritter Versuch.

Am 25sten Sept. 1765 wurde derselbe Versuch zwey Mahl während einer Zeit von 12 Minuten wiederholt. In der ersten Minute stand das Wasser 1^{I} 10^{II} 2^{III} 8^{IV} über dem Einschnitte. Daher betrug die ganze Höhe 6^{I} 10^{II} 2^{III} 8^{IV}, zu welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I} 3^{II} 3^{III} 8^{IV} in jeder Secunde gehört. Die Höhe des in den Behälter gefallenen Wassers betrug 1^{I} 11^{II} 6^{III} 3^{IV}. Hieraus ergiebt sich das Product von 566^{cI} 5^{sI} 6^{bI} 3^{cII}. Es kommt daher auf jede Minute 47^{cI} 2^{sI} 5^{bI} 6^{cII} und auf jede Secunde 9^{sI} 5^{bI} 3^{cIII}. Dieses durch die Geschwindigkeit von 20^{I} 3^{II} 3^{III} 8^{IV} dividirt, giebt den Wasserstrahl 5^{qII} 7^{rII} 0^{qIII} 7^{rIII}.

Vierter Versuch.

In dem andern Versuche stand das Wasser 1^{I} 9^{II} 7^{III} $3\frac{1}{2}^{IV}$ über dem Einschnitt. Daher betrug die ganze Höhe 6^{I} 9^{II} 7^{III} $3\frac{1}{2}^{IV}$. Hierzu gehört eine Geschwindigkeit von 20^{I} 2^{II} 4^{III} 9^{IV}. Die Wasserhöhe im Behälter belief sich auf 1^{I} 11^{II} 6^{III}. Hieraus ergeben sich 565^{cI} 11^{sI} 6^{bI} und es kommen auf jede Minute 47^{cI} 1^{sI} 11^{bI} 6^{cII} und auf jede Secunde 9^{sI} 5^{bI} $2\frac{1}{4}^{cII}$. Dividirt man diese Zahl durch die Geschwindigkeit von 20^{I} 2^{II} 4^{III} 9^{IV}; so ergiebt sich für den Wasserstrahl 5^{qII} 7^{rII} 2^{qIII} 11^{rIII}.

Mit derselben Oeffnung, die auswärts mit einer viereckigen 8 Zoll langen Röhre versehen wurde.

§. 12.

Fünfter Versuch.

Am 18ten September 1765 wurde die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I} 11^{II} 6^{III} 10^{IV} befunden. Daher betrug die ganze Höhe 6^{I} 11^{II} 6^{III} 10^{IV}. womit eine Geschwindigkeit von 20^{I} 5^{II} 3^{III} 6^{IV} in jeder Zeitsecunde zusammen gehört. Die Höhe des Wassers im Behälter, in welchen es während 10 Minuten gefallen war, belief sich auf 2^{I} 1^{II} 11^{III}. Daraus erhält man 624^{cI} 1^{sI} 11^{bI}. Hiervon kommt auf jede Minute 62^{cI} 4^{sI} $11\frac{9}{10}^{bI}$ und auf jede Secunde 1^{cI} 0^{sI} 5^{bI} $9\frac{3}{5}^{cII}$. Diese Zahl durch die Länge von 20^{I} 5^{II} 3^{III} 6^{IV} dividirt, giebt für den Wasserstrahl 7^{qII} 3^{rII} 11^{qIII} 3^{rIII}.

Sechster Versuch.

An demselben Tage stand das Wasser 1^{I} 10^{II} 3^{III} 9^{IV} über dem Einschnitt und daher betrug die ganze Höhe 6^{I} 10^{II} 3^{III} 9^{IV}, wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I} 3^{II} 5^{III} 3^{IV} in jeder Secunde gehört. Die Höhe des während der 10 Minuten in den Behälter gefallenen Wassers, belief sich auf 2^{I} 1^{II} 9^{III}. Dieses giebt 620^{cI} 1^{sI} 9^{bI}, also für jede Minute 62^{cI} 0^{sI} $2\frac{1}{10}^{bI}$ und für jede Secunde 1^{cI} 0^{sI} 4^{bI} 10^{cII}. Diese Zahl durch die Länge von 20^{I} 3^{II} 5^{III} 5^{IV} dividirt, giebt für den [zusammengezogenen] Wasserstrahl 7^{qII} 4^{rII} 0^{qIII} 5^{rIII}.

[Wenn hier bei den kurzen Ansatzröhren eben so wie bei den Oeffnungen in einer dünnen Platte der Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahls berechnet wird, so ist wohl zu bemerken, daß dieser Querschnitt keineswegs in der Wirklichkeit anzutreffen ist, ob man sich gleich bei Röhren eine innere Zusammenziehung einbilden kann, welche die Wassermenge vermindert.]

Mit kreisförmigen Oeffnungen von drei Zollen im Durchmesser.

§. 13.

Siebenter Versuch.

Am 10ten October 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I} 8^{II} 4^{III} 6^{IV} und daher die ganze Höhe 6^{I} 8^{II} 4^{III} 6^{IV}, wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I} 0^{II} 6^{III} 8^{IV} in jeder Secunde gehört. Die Dauer des Versuches war 15 Minuten, die Wasserhöhe im Behälter wurde 1^{I} 10^{II} 6^{III} 6^{IV} gefunden. Hieraus erhält man 542^{cI} 10^{sI} 6^{bI} 6^{cII} Wasser. Also kommt auf jede Minute 36^{cI} 2^{sI} 3^{bI} 8^{cII} und auf jede Secunde 7^{sI} 2^{bI} $10\frac{1}{3}^{cII}$. Dividirt man diese Zahl durch die Länge von 20^{I} 0^{II} 6^{III} 8^{IV}, so erhält man für den Wasserstrahl 4^{qII} 4^{rII}.

Achter Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage noch einmahl 15 M. wiederholt. Das Wasser stand 1^{I} 8^{II} 3^{III} $6\frac{1}{3}^{IV}$ über dem Einschnitt und also war die ganze Höhe 6^{I} 8^{II} 3^{III} $6\frac{1}{3}^{IV}$ wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I} 0^{II} 5^{III} 3^{IV} in jeder Secunde gehört. Die Wasserhöhe in dem Behälter belief sich auf 1^{I} 10^{II} 7^{III}. Hieraus erhält man 545^{cI} 10^{sI} 7^{bI} wovon auf jede Minute 36^{cI} 3^{sI} 1^{bI} 3^{cII} und auf jede Secunde 7^{sI} 3^{bI} $\frac{1}{4}^{cII}$ kommen. Diese Zahl durch die Länge von 20^{I} 0^{II} 5^{III} 3^{IV} getheilt, giebt für den Strahl 4^{qII} 4^{rII}.

Mit einer cylindrischen acht Zoll langen Röhre von demselben Durchmesser.

§. 14.

Neunter Versuch.

Am 6ten September 1765 war die mittlere Wasserhöhe über dem Einschnitt 1 8^{II} 5^{III} $2\frac{1}{2}^{IV}$, also die ganze Höhe 6^{I} 8^{II} 5^{III} $2\frac{1}{2}^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I} 0^{II} 7^{III} 9^{IV} in jeder Secunde gehört. Die Dauer des Versuches betrug 12 Minuten und die Wasserhöhe im Behälter 2^{I} 0^{II} 11^{III}. Hieraus erhält man 600^{cI} 0^{sI} 11^{bI} und es kommen auf jede Minute 50^{cI} 0^{sI} 0^{bI} 11^{cII} und auf jede Secunde 10^{sI} 0^{bI} 0^{cII} 2^{sII}. Diese Zahl durch die Länge von 20^{I} 0^{II} 7^{III} 9^{IV} dividirt, giebt für den Wasserstrahl 5^{qII} 11^{rII} 9^{qIII} 9^{rIII}.

Zehnter Versuch.

Am 24sten September stand das Wasser nach seiner mittlern Höhe $1^{'}\ 8^{''}\ 6^{'''}\ 10\frac{1}{2}^{IV}$ über dem Einschnitt und daher machte die ganze Höhe $6^{'}\ 8^{''}\ 6^{'''}\ 10\frac{1}{2}^{IV}$ wozu eine Geschwindigkeit von $20^{'}\ 0^{''}\ 10^{'''}\ 3^{IV}$ in jeder Secunde gehört. In der Zeit von 12 Minuten erhob sich der Wasserspiegel im Behälter auf eine Höhe von $2^{'}\ 0^{''}\ 9^{'''}\ 6^{IV}$. Diese macht $597^{c'}\ 0^{s'}\ 9^{b'}\ 6^{c''}$, wovon auf jede Minute $49^{c'}\ 9^{s'}\ 0^{b'}\ 9^{c''}$ und auf jede Secunde $9^{s'}\ 11^{b'}\ 4\frac{11}{12}^{c''}$ kommen. Diese Zahl durch die Länge von $20^{'}\ 0^{''}\ 10^{'''}\ 3^{IV}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{q''}\ 11^{r''}\ 4^{q'''}\ 8^{r'''}$.

An jede der drey quadratförmigen, 3 Zoll weiten in den festen Platten gemachten Oeffnungen, konnte man inwendig einen cycloidalischen Ansatz befestigen. Der Durchmesser des erzeugenden Kreises hatte 18 Linien und war also halb so groß als die Weite der Oeffnung. Mit solchen Ansatzröhren wurden viele Versuche angestellt.

Mit einem cycloidalischen Ansatze.

§. 15.

Eilfter Versuch.

Am 26sten September des Jahres 1764 stand das Wasser nach seiner mittlern Höhe $1^{'}\ 7^{''}\ 9^{'''}\ 9^{IV}$ über dem Einschnitt, und daher machte die ganze Höhe $6^{'}\ 7^{''}\ 9^{'''}\ 9^{IV}$ wozu eine Geschwindigkeit von $19^{'}\ 11^{''}\ 8^{'''}$ in jeder Secunde gehört. Die Dauer des Versuches belief sich auf 7 Minuten und die Wasserhöhe im Behälter auf $1^{'}\ 8^{''}\ 5^{'''}$. Hieraus erhält man $491^{c'}\ 8^{s'}\ 5^{b'}$, wovon $70^{c'}\ 2^{s'}\ 11^{b'}$ auf jede Minute und $1^{c'}\ 2^{s'}\ 0^{b'}\ 7^{c''}$ auf jede Secunde kommen. Diese Zahl durch die Geschwindigkeit von $19^{'}\ 11^{''}\ 8^{'''}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $8^{q''}\ 5^{r''}\ 4^{q'''}$.

Zwölfter Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage noch einmahl 7 Minuten lang wiederholt. Der Wasserspiegel stand nach seiner mittlern Höhe $1^{'}\ 7^{''}\ 7^{'''}\ 1^{IV}$ über dem Einschnitt, und daher war die ganze Wasserhöhe $6^{'}\ 7^{''}\ 7^{'''}\ 1^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $19^{'}\ 11^{''}\ 4^{'''}$ in einer Secunde gehört. In dem Behälter hatte sich der Spiegel während der gedachten Zeit $1^{'}\ 8^{''}\ 5^{'''}$ über den Boden erhoben. Hieraus erhält man für die Wassermenge $491^{c'}\ 8^{s'}\ 5^{b'}$, wovon auf jede Minute $70^{c'}\ 2^{s'}\ 11^{b'}$, und auf jede Secunde $1^{c'}\ 2^{s'}\ 0^{b'}\ 7^{c''}$ kommen. Dividirt man diese durch die Länge von $19^{'}\ 11^{''}\ 4^{'''}$, so erhält man für den Wasserstrahl $8^{q''}\ 5^{r''}\ 5^{c'''}$.

Auswendig wurde nun noch die oben gedachte viereckige, acht Zoll lange Röhre angesetzt.

§. 16.

Dreyzehnter Versuch.

Am 3ten October 1764 wurde die mittlere Wasserhöhe $1^{'}\ 9^{''}\ 10^{'''}\ 8^{IV}$ über dem

Einschnitt gefunden, und also war die ganze Höhe $6^{I}\ 9^{II}\ 10^{III}\ 8^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $20^{I}\ 2^{II}\ 9^{III}\ 8^{IV}$ in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 8 Minuten erhob sich der Spiegel $2^{I}\ 0^{II}\ 3^{III}$ über den Boden des Behälters. Hieraus erhält man $584^{cI}\ 0^{cII}\ 3^{bI}$, wovon $73^{cI}\ 0^{cII}\ 0\frac{3}{8}^{bI}$ auf jede Minute, und $1^{cI}\ 2^{cII}\ 7^{bI}\ 2^{cII}$ auf jede Secunde kommen. Diese Zahl durch eine Länge von $20^{I}\ 2^{II}\ 9^{III}\ 8^{IV}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $8^{qII}\ 7^{rII}\ 10^{qIII}$.

Vierzehnter Versuch.

Dieser Versuch wurde noch einmahl, aber nur 6 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war $1^{I}\ 10^{II}\ 6^{III}\ 3^{IV}$, folglich die ganze Höhe $6^{I}\ 10^{II}\ 6^{III}\ 3^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $20^{I}\ 3^{II}\ 9^{III}$ in einer Secunde gehört. In dem Behälter stand das Wasser $1^{I}\ 6^{II}\ 2^{III}\ 6^{IV}$ hoch. Hieraus erhält man $438^{cI}\ 6^{cII}\ 2^{bI}\ 6^{cII}$, wovon $73^{cI}\ 1^{cII}\ 0^{bI}\ 5^{cII}$ auf jede Minute, und $1^{cI}\ 2^{cII}\ 7^{bI}\ 4^{cII}$ auf jede Secunde kommen. Diese Zahl durch die Länge von $20^{I}\ 3^{II}\ 9^{III}$ dividirt, gibt für den Wasserstrahl $8^{qII}\ 7^{rII}\ 7^{qIII}\ 6^{rIII}$.

Mittleres Geschoß.

Mit der quadratförmigen drei Zoll weiten Oeffnung.

§. 17.

Funfzehnter Versuch.

Am 27sten September 1764 hatte sich das Wasser $1^{I}\ 8^{II}\ 1^{III}\ 6^{IV}$ über den Einschnitt erhoben, und daher betrug die gesammte Wasserhöhe $11^{I}\ 8^{II}\ 1^{III}\ 6^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $26^{I}\ 5^{II}\ 7^{III}$ in einer Secunde gehört. In einer Zeit von $8\frac{1}{2}$ Minute hatte das Wasser im Behälter eine eine Höhe von $1^{I}\ 9^{II}\ 5^{III}\ 6^{IV}$ erreicht. Hieraus geht eine Wassermenge von $516^{cI}\ 9^{cII}\ 5^{bI}\ 6^{cII}$ hervor, wovon auf jede Minute $60^{cI}\ 9^{cII}\ 7^{bI}$, und auf jede Secunde $1^{cI}\ 0^{cII}\ 1^{bI}\ 11^{cII}$ kommen. Diese Zahl durch $26^{I}\ 5^{II}\ 7^{III}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{qII}\ 6^{rII}\ 2^{qIII}$.

Sechzehnter Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage noch einmal $9\frac{1}{2}$ Minute lang wiederholt. Das Wasser erreichte nach der Mittelzahl eine Höhe von $1^{I}\ 8^{II}\ 5^{III}\ 10\frac{3}{4}^{IV}$ über den Einschnitt. Daher machte die ganze Höhe $11^{I}\ 8^{II}\ 5^{III}\ 10\frac{3}{4}^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $26^{I}\ 6^{II}$ in einer Secunde gehört. In dem Behälter betrug die Wasserhöhe 2^{I}. Hieraus erhält man 578^{cI}, wovon auf jede Minute $60^{cI}\ 10^{cII}\ 1^{bI}\ 3^{cII}$ und auf jede Secunde $1^{cI}\ 0^{cII}\ 2^{bI}\ \frac{1}{4}^{cII}$ kommen. Dividirt man diese Zahl durch die Länge von $26^{I}\ 6^{II}$, so erhält man für den Wasserstrahl $5^{qII}\ 6^{rIII}\ 1^{qIII}$.

Siebzehnter Versuch.

Der obige Versuch wurde unter einer Höhe von $1^{I}\ 9^{II}\ 0^{III}\ 6^{IV}$ über dem Einschnitt 8 Minuten lang wiederholt. Die gesammte Höhe betrug also $11^{I}\ 9^{II}\ 0^{III}\ 6^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $26^{I}\ 6^{II}\ 8^{III}$ in jeder Secunde gehört. In dem Behälter war die Wasserhöhe $1^{I}\ 8^{II}\ 4^{III}$. Hieraus erhält man $489^{cI}\ 8^{sI}\ 4^{bI}$ und auf jede Minute kommen $61^{cI}\ 2^{sI}\ 6^{bI}\ 6^{cII}$, folglich auf jede Secunde $1^{cI}\ 0^{sI}\ 2^{bI}\ 10\frac{5}{8}^{cII}$. Diese Zahl durch die Geschwindigkeit von $26^{I}\ 6^{II}\ 8^{III}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{qII}\ 6^{rII}\ 4^{qIII}$.

Achtzehnter Versuch.

Am 25sten September 1765 stand das Wasser nach der mittlern Höhe $1^{I}\ 9^{II}\ 11^{III}\ 10^{IV}$ über dem Einschnitt, und daher war die gesammte Höhe $11^{I}\ 9^{II}\ 11^{III}\ 10^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $26^{I}\ 7^{II}\ 8^{III}\ 9^{IV}$ in jeder Secunde gehört. In der Zeit von $9\frac{1}{2}$ Minuten hatte sich der Spiegel im Behälter $2^{I}\ 0^{II}\ 1^{III}\ 9^{IV}$ über den Boden erhoben. Daraus erhält man $581^{cI}\ 6^{sI}\ 1^{bI}\ 9^{cII}$, und auf jede Minute kommen $61^{cI}\ 2^{sI}\ 6^{bI}\ 6^{cII}$ und auf jede Secunde $1^{cI}\ 0^{sI}\ 2^{bI}\ 10\frac{5}{8}^{cII}$. Diese Zahl durch $26^{I}\ 7^{II}\ 8^{III}\ 9^{IV}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{qII}\ 6^{rII}\ 1^{qIII}\ 11^{rIII}$.

Neunzehnter Versuch.

Dieser Versuch dauerte an demselben Tage 9 Minuten lang bey einer mittlern Höhe von $1^{I}\ 9^{II}\ 5^{III}\ 7\frac{1}{3}^{IV}$ über dem Einschnitt, und also bey der ganzen Höhe von $11^{I}\ 9^{II}\ 5^{III}\ 7\frac{1}{3}^{IV}$ wozu in jeder Secunde die Geschw. von $26^{I}\ 7^{II}\ 1^{III}\ 9^{IV}$ gehört. In dem Behälter betrug die Wasserhöhe $1^{I}\ 10^{II}\ 10^{III}\ 9^{IV}$. Daraus erhält man $551^{cI}\ 4^{sI}\ 10^{bI}\ 9^{cII}$, wovon auf jede Minute $61^{cI}\ 3^{sI}\ 2^{bI}\ 6\frac{1}{3}^{cII}$, und auf jede Secunde $1^{cI}\ 0^{sI}\ 3^{bI}\ \frac{1}{2}^{cII}$ kommen. Diese Zahl durch die Länge von $26^{I}\ 7^{II}\ 1^{III}\ 9^{IV}$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{qII}\ 6^{rII}\ 4^{qIII}$.

Zwanzigster Versuch.

Am 30sten December 1765 stand das Wasser nach dem arithm. Mittel gerechnet, $1^{I}\ 9^{II}\ 9^{III}\ 10^{IV}$ über dem Einschnitt, und daher machte die ganze Höhe $11^{I}\ 9^{II}\ 9^{III}\ 10^{IV}$, wozu eine Geschwindigkeit von $26^{I}\ 7^{II}\ 6^{III}\ 7^{IV}$ in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 10 Minuten hatte sich der Spiegel im Behälter $2^{I}\ 1^{II}\ 5^{III}$ über den Boden erhoben. Hieraus erhält man eine Wassermenge von $612^{cI}\ 1^{sI}\ 5^{bI}$, wovon auf jede Minute $61^{cI}\ 2^{sI}\ 6^{bI}\ 6^{cII}$ und auf jede Secunde $1^{cI}\ 0^{sI}\ 2^{bI}\ 10\frac{11}{12}^{cII}$ kommen. Daher erhält man für den Wasserstrahl $5^{qII}\ 6^{rII}\ 2^{qIII}\ 5^{rIV}$.

Die Oeffnung wurde, wie oben auswendig, mit einer viereckigen Röhre versehen.

§. 18.

Ein und zwanzigster Versuch.

Am 12ten September 1765 stand das Wasser $1^{I}\ 7^{II}\ 1^{III}$ hoch über dem Einschnitt, und daher betrug die ganze Höhe $11^{I}\ 7^{II}\ 1^{III}$, wozu eine Geschwindigkeit von $26^{I}\ 4^{II}$

6'''

5^{III} 4^{IV} in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von $7\frac{1}{2}$ Minuten stieg das Wasser in dem Behälter auf eine Höhe von 2^{I} 0^{II} 8^{III}. Hieraus erhält man 594^{cI} 0^{cII} 8^{bI}, und es kommen auf jede Minute 79^{cI} 2^{cII} 5^{bI} $10\frac{2}{3}^{cII}$ und auf jede Secunde 1^{cI} 3^{cII} 10^{bI} $1\frac{1}{8}^{cII}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl 7^{qII} 2^{rII} 6^{qIII}.

Zwey und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage wiederholt. Die Dauer desselben betrug 7 Minuten. Die mittlere Wasserhöhe war 1^{I} 5^{II} 10^{III} 7^{IV} über den Einschnitt erhaben, und daher belief sich die ganze Wasserhöhe auf 11^{I} 5^{II} 10^{III} 7^{IV}, wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I} 3^{II} 1^{III} in jeder Secunde gehört. In dem Behälter stand das Wasser nach der besagten Zeit 1^{I} 11^{II} hoch. Daraus erhält man 553^{cI} 11^{cII}, und es kommen auf jede Minute 79^{cI} 1^{cII} 7^{bI}, und auf jede Secunde 1^{cI} 3^{cII} 9^{bI} 11^{cII}. Daraus ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von 7^{qII} 2^{rII} 9^{qIII} 6^{rIII}.

Mit der kreisförmigen Oeffnung von drey Zollen im Durchmesser.

§. 19.

Drey und zwanzigster Versuch.

Am 9ten October 1765 stand das Wasser, nach der mittlern Höhe gerechnet, 1^{I} 8^{II} 5^{III} 3^{IV} über dem Einschnitt. Daher machte die ganze Höhe 11^{I} 8^{II} 5^{III} 3^{IV}, wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I} 6^{II} in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 12 Minuten betrug die Höhe im Behälter 1^{I} 11^{II} 9^{III} 9^{IV}. Hieraus ergeben sich 573^{cI} 5^{cII} 9^{bI} 9^{cII}, und es kommen daher auf jede Minute 47^{cI} 9^{cII} 5^{bI} 9^{cII} 9^{aII}, und auf jede Secunde 9^{cII} 6^{bI} 8^{cII} 4^{aII} 4^{bII}. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl 4^{qII} 3^{rII} 11^{qIII} 3^{rIII}.

Vier und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage ebenfalls 12 Minuten lang wiederholt. Das Wasser war über den Einschnitt 1^{I} 7^{II} 1^{III} erhaben, und daher macht die ganze Wasserhöhe 11^{I} 7^{II} 1^{III}, wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I} 4^{II} 5^{III} 4^{IV} in jeder Secunde gehört. In dem Behälter war die Höhe 1^{I} 11^{II} 8^{III} 6^{IV}. Hieraus erhält man 570^{cI} 11^{cII} 8^{bI} 6^{cII}, und es kommen auf jede Minute 47^{cI} 6^{cII} 11^{bI} 8^{cII} 6^{aII}, und auf jede Secunde 0^{qI} 9^{cII} 6^{bI} 2^{cII} 4^{aII}. Diese Zahl giebt, durch eine Länge von 26^{I} 4^{II} 5^{III} 4^{IV} getheilt, für den Wasserstrahl 4^{qII} 3^{rII} 11^{qIII} 7^{rIII}.

Von außen wurde eine cylindrische acht Zoll lange Röhre befestiget.

§. 20.

Fünf und zwanzigster Versuch.

Den 27sten September 1765 stand das Wasser, nach der mittlern Höhe 1^{I} 8^{II} 10^{III} 8^{IV} über dem Einschnitt. Die ganze Wasserhöhe war also 11^{I} 8^{II} 10^{III} 8^{IV}, die

dazu gehörige Geschwindigkeit 26^{I}. 6^{II}. 6^{III}. In einer Zeit von 9 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 2^{I}. 0^{II}. 8^{III}. 3^{IV}. erreicht. Hieraus erhält man 594^{cI}. 6^{aI}. 8^{bI}. 3^{cII}. und in jeder Minute 66^{cI}. 0^{aI}. 8^{bI}. 11^{cII}., und in jeder Secunde 1^{cI}. 1^{aI}. 2^{bI}. 6^{cII}. 7^{aII}. Diese Zahl durch die Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 6^{III}. dividirt, giebt für den Wasserstrahl 5^{qII}. 11^{rII}. 8^{qIII}. 2^{rIII}.

Sechs und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage 8 Minuten lang wiederholt. Das Wasser stand 1^{I}. 8^{II}. 7^{III}. 9^{IV}. über dem Einschnitt, und daher machte die ganze Höhe 11^{I}. 8^{II}. 7^{III}. 9^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 2^{III}. 7^{IV}. in jeder Secunde gehört. Im Behälter betrug die Wasserhöhe 1^{I}. 9^{II}. 11^{III}. 9^{IV}. Hieraus ergeben sich 529^{c} . 3^{aI}. 11^{bI}. 9^{cII}., und es kommen auf jede Minute 66^{cI}. 1^{aI}. 11^{bI}. 11^{cII}., und auf jede Secunde 1^{cI}. 1^{aI}. 2^{bI}. 9^{cII}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 5^{qII}. 11^{rII}. 10^{qIII}. 3^{rIII}.

Mit dem cycloidalischen Ansatze.

§. 21.

Sieben und zwanzigster Versuch.

Am 27sten Septbr. 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 1^{IV}. und daher die ganze Höhe 11^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 1^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 6^{III}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 6 Minuten betrug die Höhe im Behälter 1^{I}. 10^{II}. 5^{III}. Hieraus ergiebt sich ein Product von 539^{cI}. 10^{aI}. 5^{bI}. und man erhält für jede Minute 89^{cI}. 11^{aI}. 9^{bI}. und für jede Secunde 1^{cI}. 5^{aI}. 11^{bI}. 11^{cII}. Hieraus findet man für den Wasserstrahl 8^{qII}. 1^{rII}. 7^{qIII}.

Acht und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage noch einmal 6 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Wasserhöhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 9^{IV}., und also die gesammte Höhe 11^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 9^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 1^{III} in einer Secunde gehört. Im Behälter betrug die Wasserhöhe 1^{I}. 10^{II}. 10^{III}. 6^{IV}. Hieraus erhält man 550^{cI}. 10^{aI}. 10^{bI}. 6^{cII}., und für jede Minute 91^{cI}. 9^{aI}. 9^{bI}. 9^{cII}. und für jede Secunde 1^{cI}. 6^{aI}. 4^{bI}. 4^{cII}. 4^{aII}. Diese Zahl giebt durch die Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 1^{III}. dividirt, für den Wasserstrahl 8^{qII}. 3^{rII}. 9^{qIII}.

Neun und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde am 28sten September drey Mahl wiederholt. Anfänglich war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 4^{III}. 7^{IV}. und die ganze Höhe 11^{I}. 8^{II}. 4^{III}. 7^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 5^{II}. 11^{III}. in einer Secunde zugehört.

Die Dauer belief sich auf 6 Minuten und die Höhe im Behälter 1^{I} 11^{II}. Hieraus erhält man 555^{cI}. 11^{sI}., und für jede Minute 92^{cI}. 3^{sI}. 10^{b}., und für jede Secunde 1^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 7^{cII}., und also für den Wasserstrahl 8^{qII}. 4^{rII}. 3^{qIII}.

Dreyßigster Versuch.

Im zweyten Falle war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 1^{IV} und die ganze 11^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 1^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. in einer Secunde zugehört. In dem Behälter hat das Wasser in einer Zeit von 6 Minuten eine Höhe von 1^{I}. 11^{II}. Hieraus erhält man 553^{cI}. 11^{sI}. und für jede Minute 92^{cI}. 3^{sI}. 10^{bI}. und für jede Secunde 1^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 7^{cII}. und also für den Wasserstrahl 8^{qII}. 4^{rII}. 4^{qIII}.

Ein und dreyßigster Versuch.

Bey der dritten Wiederholung dieses Versuches war die Dauer nur 5 Minuten, und die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 10^{III}. $9\frac{1}{3}^{IV}$. die ganze also 11^{I}. 8^{II}. 10^{III}. $9\frac{1}{3}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 6^{III}. in einer Secunde zugehört. Die Höhe des in dem Behälter herabgefallenen Wassers, betrug in der besagten Zeit 1^{I}. 7^{II}. 2^{III}. Hieraus erhält man 461^{cI}. 7^{sI}. 2^{bI}. und für jede Minute 92^{cI}. 3^{sI}. 10^{bI}. und für jede Secunde 1^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 7^{cII}. Diese Zahl giebt für den Wasserstrahl 8^{qII}. 4^{rII}. 2^{qII}.

Zwey und dreyßigster Versuch.

Am 30sten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 11^{IV}., die ganze 11^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 11^{IV}., zu welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 1^{III}. 8^{IV}. in einer Secunde gehört. Das Wasser erreichte in dem Behälter in einer Zeit von 7 Minuten eine Höhe von 2^{I}. 2^{II}. 8^{III}. Hieraus erhält man 642^{cI}. 2^{sI}. 8^{bI}. und für jede Minute 91^{cI}. 8^{sI}. 11^{bI}. $5\frac{1}{12}^{cI}$. und für jede Secunde 1^{cI}. 6^{sI}. 4^{bI}. $2\frac{1}{4}^{cII}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl 8^{qII}. 3^{rII}. 8^{qIV}.

Mit dem gedachten Ansatze und auswärts mit der viereckigen Röhre.

§. 22.

Drey und dreyßigster Versuch.

Am 4ten October 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 8^{II}. 11^{III}., die ganze 11^{I}. 8^{II}. 11^{III}., also die ihr zugehörige Geschwindigkeit 26^{I}. 6^{II}. 6^{III}. In einer Zeit von $5\frac{1}{2}$ Minuten betrug die Höhe in dem Behälter 1^{I}. 9^{II}. 11^{III}. Hieraus erhält man 527^{cI}. 9^{sI}. 11^{bI}., und für jede Minute 95^{cI}. 11^{sI}. 7^{bI}. $5\frac{5}{12}^{cII}$. und für jede Secunde 1^{cI}. 7^{sI}. 2^{bI}. 4^{cII}. und daher für den Wasserstrahl 8^{qII}. 8^{rII}. 1^{qIII}. 1^{rIII}.

Vier und dreyßigster Versuch.

An demselben Tage wurde dieser Versuch noch einmahl, aber nur 5 Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 9^{II}. 1^{III}. $9\frac{3}{5}^{IV}$. und die ganze 11^{I}. 9^{II}. 1^{III}. $9\frac{3}{5}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 9^{III}. 6^{IV}. gehört. In dem Behälter fand sich die Höhe 1^{I}. 7^{II}. 11^{III}. Hieraus erhält man 479^{cI}. 7^{sI}. 11^{bI}. und für jede Minute 95^{cI}. 11^{sI}. 2^{bI}. 2^{bII}. und für jede Secunde 1^{cI}. 7^{sI}. 2^{bI}. 2^{cII}. und daraus für den Wasserstrahl 8^{qII}. 7^{rII}. 11^{qIII}.

Fünf und dreyßigster Versuch.

Dieser Versuch wurde noch einmahl 5 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Wasserhöhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 9^{II}. 5^{III}. $9\frac{3}{5}^{IV}$. und die ganze 11^{I}. 9^{II}. 5^{III}. $9\frac{3}{5}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 7^{II}. 2^{III}. zugehört. In dem Behälter betrug die Höhe 1^{I}. 7^{II}. 11^{III}., welche, wie beym vorhergehenden 479^{cI}. 7^{sI}. 11^{bI}. giebt, und in jeder Minute 95^{cI}. 11^{sI}. 2^{bI}. 2^{cII}. und in jeder Secunde 1^{cI} 7^{sI}. 2^{bI}. 2^{cII}. Daraus ergiebt sich für dem Wasserstrahl 8^{qII}. 7^{rII}. 10^{qIII}. 6^{rIII}.

Ob man gleich an einer quadratförmigen Oeffnung nicht füglich eine cylindrische Röhre anbringen kann, so wollen wir dessen ungeachtet in den beyden folgenden Versuchen doch die Wirkung davon kennen lernen.

Mit dem oben besagten cycloidalischen Ansatze und auswärts mit einer cylindrischen, acht Zoll langen Röhre.

§. 23.

Sechs und dreyßigster Versuch.

Am 5ten October 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 3^{III}. 6^{IV}., die ganze 11^{I}. 8^{II}. 3^{III}. 6^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 5^{II}. 9^{III}. 10^{IV}. in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 7 Minuten betrug die Wasserhöhe im Behälter 1^{I}. 9^{II}. 2^{III}. Hieraus erhält man 509^{cI}. 9^{sI}. 2^{bI}., und für jede Minute 72^{cI}. 9^{sI}. $10\frac{4}{7}^{bI}$., und für jede Secunde 1^{cI}. 2^{sI}. 6^{bI}. 9^{cII}. 7^{sII}., und also für den Wasserstrahl 6^{qII}. 7^{rII}. 2^{qIII}.

Sieben und dreyßigster Versuch.

Nicht so glücklich gelang der zweyte dieser Versuche. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 5^{IV}., und daher die ganze 11^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 5^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 8^{II}. 7^{III}. gehört. In der Zeit von $7\frac{3}{4}$ Minuten betrug die Höhe im Behälter 1^{I}. 11^{II}. 1^{III}. Hieraus erhält man 556^{cI}. 11^{sI}. 1^{bI}., und für eine Minute 71^{cI}. 8^{sI}. 9^{bI}., und für jede Secunde 1^{cI}. 2^{sI}. 4^{bI}. 1^{cII}., und also für den Wasserstrahl 6^{qII}. 5^{rII}. 4^{qIII}.

Im untern Geschosse.

Mit der quadratförmigen, drey Zoll weiten Oeffnung.

§. 24.

Acht und dreyßigster Versuch.

Am 25sten September 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 3^{III}. 6^{IV}. und also die ganze Höhe 21^{I}. 8^{II}. 3^{III}. 6^{IV}. welcher eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 11^{II}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 5 Minuten betrug die Wasserhöhe im Behälter 1^{I}. 5^{II}. 3^{III}. Hieraus erhält man 415^{cI}. 5^{bI}. 3^{bI}., und für jede Minute 83^{cI}. 1^{bI}. $0\frac{3}{5}^{bI}$., und für jede Secunde 1^{cI}. 4^{II}. 7^{bI}. 4^{cII}. Diese Zahl durch die Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 11^{II}. dividirt, giebt für den Wasserstrahl 5^{qII}. 6^{rII}. 4^{qIII}.

Neun und dreyßigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage nochmahls wiederholt. Die Dauer war 5 Minuten, die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 9^{II}. 10^{III}. 5^{IV}.; die ganze 21^{I}. 9^{II}. 10^{II}. 5^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 2^{III}. 2^{III}. in jeder Secunde gehört. Im Behälter betrug die Höhe 1^{I}. 5^{II}. 4^{III}. Hieraus erhält man 417^{cI}. 5^{bI}. 4^{bI}., und für jede Minute 83^{cI}. 5^{II}. $10\frac{2}{5}^{bI}$. und für jede Secunde 1^{cI}. 4^{II}. 8^{bI}. 4^{cII}. und also hieraus für den Wasserstrahl 5^{qII}. 6^{rII}. 5^{qIII}.

Vierzigster Versuch.

Am 25sten September des Jahres 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 10^{IV}. die ganze Höhe also 21^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 10^{IV}. welcher eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 5^{III}. 9^{IV}. in einer Secunde zugehört. In dem Behälter betrug die Höhe 1^{I} 8^{II}. 9^{III}. in 6 Minuten. Hieraus erhält man 499^{cI}. 8^{bI}. 9^{bI}. und für jede Minute 83^{cI}. 3^{II}. 5^{bI}. 6^{cII}., und für jede Secunde 1^{cI}. 4^{bI}. 7^{bI}. 10^{cII}., und also für den Wasserstrahl 5^{qII}. 6^{rII}. 4^{qIII}. 10^{rIII}.

Ein und vierzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde noch einmahl 6 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 8^{II}. 7^{III}.; die ganze 21^{I}. 8^{II}. 7^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 1^{III}. 9^{IV}. in einer Secunde gehört. In dem Behälter betrug die Höhe 1^{I}. 8^{II}. 8^{III}. 9^{IV}. Hieraus erhält man 499^{cI}. 2^{II}. 8^{bI}. 9^{cII}., und für jede Minute 83^{cI}. 2^{bI}. 5^{bI}. $6\frac{1}{2}^{cII}$., und für jede Secunde 1^{cI}. 4^{II}. 7^{bI}. 8^{cII}. 3^{aII}., woraus man für den Wasserstrahl 5^{qII}. 6^{rII}. 4^{qIII}. 7^{rIII}. findet.

Zwey und vierzigster Versuch.

Am 27sten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 8^{II}.

8^{III}. $11\frac{1}{12}^{IV}$., und daher die ganze 21^{I}. 8^{II}. 8^{III}. $11\frac{1}{12}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 3^{III}. 4^{IV}. gehört. In einer Zeit von 7 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 2^{I}. 0^{II}. 5^{III}. Hieraus erhält man 584^{cI}. 0^{cII}. 5^{bI}., und für jede Minute 83^{cI}. 5^{cII}. 2^{bI}. $1\frac{2}{3}^{cII}$., und für jede Secunde 1^{cI}. 4^{cII}. 8^{bI}. $2\frac{5}{8}^{cII}$. Diese Zahl durch die Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 3^{III}. 4^{IV}. in einer Secunde dividirt, giebt für den Wasserstrahl 5^{qII}. 6^{rII}. 6^{qIII}. 7^{rIII}.

Anm. In allen diesen Versuchen, welche mit den quadratförmigen, 2 Zoll in der Seite haltenden Oeffnungen gemacht wurden, hat man beobachtet, daß sich der Strahl des ausströmenden Wassers, indem sich dieses von den innern Ecken der Oeffnungen losreißt, gleich zusammen zieht, ohne rings umher die Ränder an irgend einer Stelle ungefähr $2\frac{1}{2}$ Linien weit von aussen nach innen zu gerechnet, zu berühren, indem die Löcher in den Platten eine Dicke von 4 Linien haben. Von hier aus beengt sich der Strahl, wie solches bereits oben nach dem ersten Versuche bemerkt ist, immer mehr, indeß kann man aus den daselbst angeführten Gründen, weder die Entfernung, noch die Seite des zusammengezogenen Wasserstrahles mit einiger Zuverläßigkeit messen. Jedoch läßt sich so viel daraus herleiten, daß man die größere oder geringere Zusammenziehung der Wasserstrahlen durch Oeffnungen, die so groß oder größer wie diese sind, nicht den etwas dickern oder schwächern Platten, wohl aber der größern Regelmäßigkeit und Politur ihrer Ränder zuschreiben kann. Dieses wird man deutlicher aus den Beobachtungen ersehen, welche über die Wasserstrahlen, durch kleinere quadrat- und kreisförmige in Platten von gleicher und weit geringerer Dicke gemachten Oeffnungen, angestellt sind.

Es ist auswendig die oben gedachte viereckige Röhre befestiget.

§. 25.

Drey und vierzigster Versuch.

Am 17ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 7^{II}. $8\frac{1}{3}^{III}$. und daher die ganze 21^{I}. 7^{II}. $8\frac{1}{3}^{III}$., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 4^{III}. 10^{IV}. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 5 Minuten hatte sich das Wasser im Behälter 1^{I}. 10^{II}. 10^{III}. hoch angesammelt. Hieraus erhält man 549^{cI}. 10^{cII}. 10^{bI}., und für jede Minute 109^{cI}. 11^{cII}. $9\frac{1}{3}^{bI}$., und für jede Secunde 1^{cI}. 9^{cII}. 11^{bI}. $11\frac{1}{2}\frac{1}{3}^{cII}$. Diese durch die Länge von 36^{I}. 0^{II}. 4^{III}. 10^{IV}. dividirt, giebt für den Wasserstrahl 7^{qII}. 5^{rII}. 10^{qIII}. 10^{rIII}.

Vier und vierzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage nochmahls 5 Minuten wiederholt, die mittlere Höhe über dem Einschnitt war 1^{I}. 7^{II}. 7^{III}. $8\frac{2}{3}^{IV}$., die ganze 21^{I}. 7^{II}. 7^{III}. $8\frac{2}{3}^{IV}$.; hierzu gehört eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 4^{III}. 4^{IV}. Die Höhe des Wassers im Behälter fand man 1^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 6^{IV}. Hieraus erhält man 548^{cI}. 10^{cII}. 9^{bI}. 6^{cII}., und für jede Minute 109^{cI}. 9^{cII}. 4^{bI}. 3^{cII}., und für jede Secunde 1^{cI}. 9^{cII}. 11^{bI}. 5^{cII}., und also für den Wasserstrahl 7^{qII}. 3^{rII}. 9^{qIII}.

Mit der kreisförmigen Oeffnung von drey Zollen im Durchmesser.

§. 26.

Fünf und vierzigster Versuch.

Am 18ten October 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 7^{II}. 4^{III}. $4\frac{1}{2}^{IV}$., die ganze 21^{I}. 7^{II}. 4^{III}. $4\frac{1}{2}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 1^{III}. 7^{IV}. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 8 Minuten betrug die Wasserhöhe im Behälter 1^{I}. 9^{II}. 7^{III}. 9^{IV}. Hieraus erhält man 521^{cI}. 3^{bI}. 7^{bI}. 9^{cII}. und für jede Minute 65^{cI}. 1^{bI}. 11^{bI}. 5^{cII}. und für jede Secunde 1^{cI}. 1^{bI}. 0^{bI}. $4\frac{2}{3}^{cII}$. und also für den Wasserstrahl 4^{qII}. 4^{rII}. 1^{qIII}.

Sechs und vierzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage nochmahls 8 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 7^{II}. 2^{III}. 6^{IV}., die ganze Höhe 21^{I}. 7^{II}. 2^{III}. 6^{IV}. wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. in jeder Secunde gehört. Die Wasserhöhe im Behälter fand man 1^{I}. 9^{II}. 7^{III}. 6^{IV}. Hieraus erhält man 500^{cI}. 9^{bI}. 7^{bI}. 6^{cII}. und für jede Minute 65^{cI}. 1^{bI}. 2^{bI}. $5\frac{1}{4}^{cII}$. und für jede Secunde 1^{cI}. 1^{bI}. 0^{bI}. $2\frac{5}{8}^{cII}$. und also für den Wasserstrahl 4^{qII}. 4^{rII}. 1^{qIII}.

Anm. In allen diesen Versuchen, welche mit einer kreisförmigen, 3 Zoll im Durchmesser haltenden, in einer dünnen Platte gemachten Oeffnung angestellt wurden und wo die Platte etwa eine halbe Linie dick war, fand man den Durchmesser des zusammen gezogenen Wasserstrahles ungefähr 29 Linien. Ich sage ungefähr 29 Linien, weil das fortwährende Zittern des Strahles keine größere Genauigkeit gestattete. Dieser Durchmesser des zusammen gezogenen Strahles, war von den innern Rändern der Oeffnung ungefähr 15 Linien entfernt. Der Strahl ging so wohl in diesem, als auch bey den andern runden Oeffnungen, wie bey einer cylindrischen Röhre, ungetheilt und gleichförmig fort.

Man befestigte auswendig wie oben eine cylindrische acht Zoll lange Röhre.

§. 27.

Sieben und vierzigster Versuch.

Am 19ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 4^{III}. $5\frac{1}{7}^{IV}$. und daher die ganze 21^{I}. 9^{II}. 4^{III}. $5\frac{1}{7}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 9^{III}. 8^{IV}. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 7 Minuten war die Höhe im Behälter 2^{I}. 2^{II}. 1^{III}. Hieraus erhält man 628^{cI}. 2^{bI}. 1^{bI}. und für jede Minute 89^{cI}. 8^{bI}. $10\frac{3}{7}^{bI}$. und für jede Secunde 1^{cI}. 5^{bI}. 11^{bI}. 4^{cII}. und also für den Wasserstrahl 5^{qII}. 11^{rII}. 5^{qII}. 10^{rIII}.

Acht und vierzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde desselben Tages ebenfalls 7 Minuten lang wiederholt. Die

mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}.\ 9^{II}.\ 11^{III}.\ 7\frac{5}{7}^{IV}.$ und also die ganze $21^{I}.\ 9^{II}.\ 11^{III}.\ 7\frac{5}{7}^{IV}.$ wozu eine Geschwindigkeit von $36^{I}.\ 2^{II}.\ 3^{III}.\ 7^{IV}.$ in jeder Secunde gehört. In dem Behälter fand man die Wasserhöhe $2^{I}.\ 2^{II}.\ 0^{III}.\ 6^{V}.$ Hieraus erhält man $627^{cI}.\ 2^{sI}.\ 0^{bI}.\ 6^{cII}.$ und also für jede Minute $89^{cI}.\ 7^{sI}.\ 1^{bI}.\ 9^{cII}.$ und für jede Secunde $1^{cI}.\ 5^{sI}.\ 11^{bI}.\ 0\frac{1}{3}^{cII}.$ Diese Zahl durch die Länge von $36^{I}.\ 2^{II}.\ 3^{III}.\ 7^{IV}.$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{qII}.\ 11^{rII}.\ 3^{qIII}.\ 6^{rIII}.$

Anm. So wohl bey den viereckigen als bey den cylindrischen Röhren, welche mit dieser Oeffnung oder mit kleinern verbunden waren, vermochte man mit dem bloßen Auge weder Zusammenziehung des Wasserstrahls, noch eine Leere um die Ausflußmündung herum zu bemerken. Allein nichts desto weniger zeigt die Rechnung, daß die wirkliche Ausflußmenge von der absoluten oder größten beträchtlich verschieden ist.

[Es darf daher auch der nach §. 7. zu bestimmende Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahls bey kurzen Ansatzröhren, nur als Rechnungs-Resultat aber nicht als die wirkliche Abmessung dieses Strahls angesehen werden, daher es überhaupt besser gewesen wäre eine andere Benennung für $\frac{Q}{2\sqrt{gh}}$ (Anmerk. §. 7.) einzuführen.]

Mit einer cycloidalischen Ansatzröhre.

§. 28.

Neun und vierzigster Versuch.

Am 25sten September 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt $1^{I}.\ 6^{II}.\ 8^{III}.\ 6^{IV}.$ die ganze $21^{I}.\ 6^{II}.\ 8^{III}.\ 6^{IV}.$ wozu eine Geschwindigkeit von $35^{I}.\ 11^{II}.\ 7^{III}.$ in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 4 Minuten betrug die Höhe im Behälter $1^{I}.\ 9^{II}.\ 1^{III}.$ welche $507^{cI}.\ 9^{sI}.\ 1^{bI}.$ und auf jede Minute $126^{cI}.\ 11^{sI}.\ 3^{bI}.$ und auf jede Secunde $2^{cI}.\ 1^{sI}.\ 4^{bI}.\ 8^{cII}.$ giebt. Daraus erhält man für den Wasserstrahl $8^{qII}.\ 5^{rII}.\ 8^{qIII}.$

Funfzigster Versuch.

Derselbe Versuch wurde noch desselben Tages $4\frac{1}{4}$ Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}.\ 6^{II}.\ 8^{III}.\ 8^{IV}.$, also die ganze $21^{I}.\ 6^{II}.\ 8^{III}.\ 8^{IV}.$, wozu eine Geschwindigkeit von $35^{I}.\ 11^{II}.\ 7^{III}.$ in einer Secunde gehört. In dem Behälter fand sich die Wasserhöhe $1^{I}.\ 10^{II}.\ 6^{III}.$, welche $541^{cI}.\ 10^{sI}.\ 6^{bI}.$ und für jede Minute $127^{cI}.\ 6^{sI}.$ und für jede Secunde $2^{cI}.\ 1^{sI}.\ 6^{bI}.$ giebt. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $8^{qII}.\ 6^{rII}.\ 1^{qIII}.$

Auswärts war eine viereckige Röhre angebracht.

§. 29.

Ein und funfzigster Versuch.

Am 13ten October 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1^{I}.\ 7^{II}.\ 8^{III}.\ 9\frac{2}{3}^{IV}.$, und also die ganze $21^{I}.\ 7^{II}.\ 8^{III}.\ 9\frac{2}{3}^{IV}.$, womit eine Geschwindigkeit von $36^{I}.\ 0^{II}.\ 5^{III}.$

5^{III}. 4^{IV}. zusammen gehört. In einer Zeit von 5 Minuten betrug die Höhe in dem Behälter 2^{I}. 2^{II}. 9^{III}., welche 644^{cI}. 2^{aI}. 9^{bI}. giebt, und es kommen daher auf jede Minute 128^{cI}. 10^{aI}. 1^{bI}. 9^{cII}. und auf jede Secunde 2^{cI}. 1^{aI}. 9^{bI}. $2\frac{4}{5}^{cII}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von 8^{qII}. 6^{rII}. 11^{qIII}.

Zwey und funfzigster Versuch.

Am 4ten October 1764 wurde der leztere Versuch noch 4 Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 9^{II}. 5^{III}. 9^{IV}., also die ganze 21^{I}. 9^{II}. 5^{III}. 9^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 10^{III}. 9^{IV}. in einer Secunde gehört. Das in dem Behälter herabgefallene Wasser hatte eine Höhe von 1^{I}. 9^{II}. 7^{III}. 6^{IV}., welche 520^{cI}. 9^{aI}. 7^{bI}. 6^{cII}. giebt, also kommen auf jede Minute 130^{cI}. 2^{aI}. 4^{qI}. 10^{cII}. und auf jede Secunde 2^{cI}. 2^{aI}. 0^{bI}. 5^{cII}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 8^{qII}. 7^{rII}. 8^{qIII}. 5^{rIII}.

Mit einem bloßen cycloidalischen Ansatze, der etwas größer als der vorige ist, und dessen erzeugender Kreis 24 Linien im Durchmesser hat.

§. 30.

Drey und funfzigster Versuch.

Am 3ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 7^{II}. 4^{III}. und also die ganze 21^{I}. 7^{II}. 4^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 35^{I}. 11^{II}. 6^{III}. in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von $4\frac{1}{4}$ Minuten betrug die Höhe im Behälter 1^{I}. 10^{II}. 10^{III}.. Hieraus erhält man 549^{cI}. 10^{aI}. 10^{bI}. und für jede Minute 129^{cI}. 4^{aI}. 8^{bI}. und für jede Secunde 2^{cI}. 1^{aI}. 10^{bI}. $6\frac{2}{3}^{cII}$ und also für den Wasserstrahl 8^{qII}. 7^{rII}. 7^{qIII}. 6^{rIII}.

Bey diesem Versuche wurde aus dem Behälter durch das eine Schußbrett, welches nicht wohl verschlossen war, etwas Wasser verspritzt.

Vier und funfzigster Versuch.

Am 4ten September war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 7^{II}. 6^{III}., und also die ganze 21^{I}. 7^{II}. 6^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 3^{III}. in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von vier und einem Viertel Minuten stand das in dem Behälter erhaltene Wasser 1^{I}. 11^{II}. hoch. Hieraus erhält man 553^{cI}. 11^{aI}., und es kommen auf jede Minute 130^{cI}. 4^{aI}., und auf jede Secunde 2^{cI}. 2^{aI}. 0^{bI}. $9\frac{3}{5}^{cII}$. Daraus findet man für den Wasserstrahl 8^{qII}. 8^{rII}. 2^{qIII}. 6^{rIII}.

Fünf und funfzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage $4\frac{1}{2}$ Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe

über dem Einschnitte war $1^{I}. 8^{II}. 8^{III}.$, die ganze $21^{I}. 8^{II}. 8^{III}.$, welcher eine Geschwindigkeit von $56^{I}. 1^{II}. 2^{III}.$ in einer Secunde zugehört. Die Wasserhöhe in dem Behälter fand man $1^{I}. 11^{II}. 6^{III}.$ Hieraus erhält man $566^{cI}. 11^{aI}. 6^{bI}. 6^{cII}.$, für jede Minute $130^{cI}. 10^{aI}. 0^{bI}. 7^{cII}.$, und für jede Secunde $2^{cI}. 2^{aI}. 2^{bI}.$, und daher ergiebt sich für den Wasserstrahl $8^{qII}. 8^{rII}\ 4^{qIII}. 8^{rIII}.$

Sechs und funfzigster Versuch.

Am 6ten September wurde dieser Versuch nochmahls $4\frac{1}{2}$ Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}. 6^{II}. 7^{III}. 3^{IV}.$, die ganze $21^{I}. 6^{II}. 7^{III}. 3^{IV}.$, wozu eine Geschwindigkeit von $35^{I}. 11^{II}. 7^{III}.$ in einer Secunde gehört. Im Behälter wurde die Wasserhöhe $2^{I}. 0^{II}. 4^{III}. 6^{IV}.$ gefunden. Hieraus erhält man $587^{cI}. 0^{aI}. 4^{bI}. 6^{cII}.$, und für jede Minute $130^{cI}. 5^{aI}. 5^{bI}.$, und für jede Secunde $2^{cI}. 2^{aI}. 1^{bI}. 1^{cII}.$, und also für den Wasserstrahl $8^{qII}. 8^{rII}. 5^{rIII}. 6^{IV}.$

Mit dem gedachten größern cycloidalischen Ansatze wurde auswendig die gewöhnliche viereckige Röhre verbunden.

§. 31.

Sieben und funfzigster Versuch.

Am 4ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt $1^{I}. 5^{II}. 8^{III}. 10^{IV}.$, also die ganze $21^{I}. 5^{II}. 8^{III}. 10^{IV}.$, wozu eine Geschwindigkeit von $35^{I}. 10^{II}. 9^{III}.$ in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 4 Minuten betrug die Höhe im Behälter $1^{I}. 9^{II}. 8^{IV}.$ Hieraus ergeben sich $521^{cI}. 9^{aI}. 8^{bI}.$, und für jede Minute $130^{aI}. 5^{aI}. 5^{bI}.$, und für jede Secunde $2^{cI}. 2^{aI}. 1^{bI}. 1^{cII}.$, daher für den Wasserstrahl $8^{qII}. 8^{rII}. 8^{qIII}.$

Acht und funfzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde nachmahls am 5ten September 4 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}. 4^{II}. 10^{III}. 1^{IV}.$, und also die ganze $21^{I}. 4^{II}. 10^{III}. 1^{IV}.$, welche mit einer Geschwindigkeit von $35^{I}. 10^{II}. 0^{III}. 4^{IV}.$ zusammen gehört. Die Höhe im Behälter fand man $1^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 6^{IV}.$ Hieraus erhält man $504^{cI}. 8^{aI}. 11^{bI}. 6^{cII}.$, für jede Minute $126^{cI}. 2^{aI}. 2^{bI}. 10\frac{1}{2}^{cII}.$ und für jede Secunde $2^{cI}. 1^{aI}. 2^{bI}. 10\frac{7}{48}^{cII}.$ Der hieraus entspringende Wasserstrahl macht $8^{qII}. 5^{rII}. 4^{qIII}. 8^{rIII}.$ Allein gegen Ende dieses Versuches bemerkten wir, daß die Röhre nicht fest genug mit der Oeffnung verbunden war.

Neun und funfzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage $4\frac{1}{2}$ Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte machte $1^{I}. 5^{II}. 0^{III}. 6^{IV}.$, die ganze $21^{I}. 5^{II}. 0^{III}. 6^{IV}.$, wozu eine Geschwindigkeit von $35^{I}. 10^{II}. 2^{III}. 4^{IV}.$ in einer Secunde gehört. Die Höhe im Behäl-

ter fand sich 2^{I}. 0^{II}. 1^{III}. 5^{IV}. Hieraus ergeben sich 580^{cI}. 6^{aI}. 1^{bI}. 3^{cII}., für jede Minute 129^{cI}. 0^{aI}. 0^{bI}. $3\frac{1}{3}^{cII}$., und für jede Secunde 2^{cI}. 1^{aI}. 9^{bI}. $7\frac{23}{90}^{cII}$., und also für den Wasserstrahl 8^{qII}. 7^{rII}. 7^{qIII}.

Sechzigster Versuch.

Am 6ten September war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 5^{II}. 10^{III}. 11^{IV}. und also die ganze 21^{I}. 5^{II}. 10^{III}. 11^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 35^{I}. 10^{II}. 11^{III}. in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von $4\frac{1}{2}$ Minuten stand das Wasser im Behälter 2^{I}. 0^{II}. 2^{III}. 3^{IV}. Daher erhält man 582^{cI}. 6^{aI}. 2^{bI}. 3^{cII}., und für jede Minute 129^{cI}. 5^{aI}. 4^{bI}. 6^{cII}., und für jede Secunde 2^{cI}. 1^{aI}. 10^{bI}. 8^{cII}., und also für den Wasserstrahl 8^{qII}. 7^{rII}. 9^{qIII}. 9^{rIII}. 10^{qIV}.

Anm. Auch bey diesen Strahlen durch die cycloidalischen Ansätze konnte man mit dem Auge im Herausströmen keine merkliche Verminderung wahrnehmen, und das herausfließende Wasser schien fest wie ein Stein zu seyn. Indeß kann man dessen ungeachtet doch aus der Rechnung ersehen, daß die Wassermengen nicht absolute ganz, d. h., die größten sind, obgleich sie selbigen sehr nahe kommen.

Dritter Abschnitt.

Versuche mit zwey Zoll weiten Oeffnungen.

Im obern Geschosse.

Mit der quadratförmigen, zwey Zoll in der Seite haltenden Oeffnung.

§. 32.

Ein und sechzigster Versuch.

Am 26sten September 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 7^{II}. 8^{III}. und daher die ganze 6^{I}. 7^{II}. 8^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 19^{I}. 11^{II}. 6^{III}. in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 15 Minuten erlangte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1^{I}. 1^{II}. 8^{III}. 4^{IV}. Hieraus erhält man 329^{cI}. 9^{aI}. 8^{bI}. 4^{cII}., und für jede Minute 21^{cI}. 11^{aI}. 10^{bI}. $1\frac{2}{3}^{cII}$., und für jede Secunde 4^{aI}. 4^{bI}. 9^{cII}. 2^{aII}. 8^{bII}. Diese Zahl durch die Länge von 19^{I}. 11^{II}. 6^{III}. dividirt, giebt für den Wasserstrahl 2^{qII}. 7^{rII}. 8^{qIII}.

Zwey und sechzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage nochmahls 15 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war 1^{I}. 7^{II}. 11^{III}. $10\frac{2}{3}^{IV}$., und also die ganze 6^{I}. 7^{II}.

11^{III}. $10\frac{2}{5}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 19^{I}. 11^{II}. 11^{III}. in einer Secunde zugehört. In dem Behälter fand man die Höhe 1^{I}. 1^{II}. 7^{III}. 4^{IV}. Hieraus erhält man 327^{cI}. 9^{sI}. 7^{bI}. 4^{cII}., und für jede Minute 21^{cI}. 10^{sI}. 2^{bI}. $10\frac{2}{3}^{cII}$., und für jede Secunde 4^{sI}. 4^{bI}. 5^{cII}. $4\frac{4}{5}^{rII}$. Diese Zahl durch eine Länge von 19^{I}. 11^{II}. 11^{III}. dividirt, giebt für den Wasserstrahl 2^{qII}. 7^{rII}. 6^{qIII}.

In den, im Jahr 1764 mit simplen quadratförmigen, 2 Zoll weiten Oeffnungen, in den beweglichen Platten, welche auswendig an den festen angebracht waren, angestellten Versuchen, fanden sich immer merkliche Differenzen der Ausflußmenge durch diese Oeffnungen in Vergleichung mit den vorigen, welche 3 Zoll weit waren, so sorgfältig man auch immer dabey verfuhr. Da man aber in dieser Materie bey allem Anscheine der Wahrheit so leicht dem Irrthume unterliegt, so wurden 1765 andere ähnliche und gleiche Oeffnungen in Platten, deren Dicke eine halbe Linie betrug, gemacht, und diese wurden hinterwärts an den festen angebracht, so, daß das ausströmende Wasser unmittelbar von denselben aufgefangen wurde.

Mit quadratförmigen, zwey Zoll weiten Oeffnungen in einer dünnen Platte, welche inwendig an der festen angebracht waren.

§. 33.

Drey und sechzigster Versuch.

Am 26sten September 1765 war die Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 10^{III}., und die ganze 6^{I}. 8^{II}. 10^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 1^{II}. 2^{III}. 11^{IV}. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von dreyßig Minuten erreichte das Wasser im Behälter eine Höhe von 2^{I}. 1^{II}. 2^{III}. Hieraus erhält man 606^{cI}. 1^{sI}. 2^{bI}., und für jede Minute 20^{cI}. 2^{sI}. 5^{bI}. 3^{cI}. 2^{sII}., und für jede Secunde 4^{sI}. 0^{bI}. 5^{cII}. 10^{sII}. Diese Zahl durch eine Länge von 20^{I}. 1^{II}. 2^{III}. 11^{IV}. dividirt, giebt für den Wasserstrahl 2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 3^{rIII}.

Vier und sechzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde noch an demselben Tage 30 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war 1^{I}. 11^{II}. 8^{III}. 7^{IV}., und daher die ganze 6^{I}. 11^{II}. 3^{III}. 7^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 4^{II}. 10^{III}. 9^{IV}. in einer Secunde zugehört. In dem Behälter fand man die Wasserhöhe 2^{I}. 1^{II}. 7^{III}. Hieraus ergeben sich 616^{cI}. 1^{sI}. 7^{bI}., für jede Minute 20^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 5^{cII}. 2^{sII}., für jede Secunde 4^{sI}. 1^{bI}. 5^{cII}. 6^{sII}., und also für den Wasserstrahl 2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 9^{rIII}.

An den bisher gebrauchten Platten wurde auswendig eine viereckige, acht Zoll lange Röhre angebracht.

§. 34.

Fünf und sechzigster Versuch.

Am 11ten October 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 7^{II}. 1^{III}.

$1\frac{4}{5}^{IV}$., die ganze 6^{I}. 7^{II}. 1^{III}. $1\frac{4}{5}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 19^{I}. 10^{II}. 7^{III}. 8^{IV}. in jeder Secunde zugehört. In einer Zeit von 20 Minuten stand das Wasser im Behälter 1^{I}. 11^{II}. 1^{III}. Hieraus erhält man 555^{cI}. 11^{sI}. 1^{bI}., für jede Minute 27^{cI}. 9^{sI}. $6\frac{3}{5}^{bI}$., für jede Secunde 5^{sI}. 6^{bI}. $8\frac{2}{5}$. Daher ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von 3^{qII}. 4^{rII}. 3^{qIII}.

Sechs und sechzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde noch 10 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war 1^{I}. 7^{II}. 2^{III}. $5\frac{1}{3}^{IV}$., die ganze 6^{I}. 7^{II}. 2^{III}. $3\frac{2}{3}^{IV}$., welcher einer Geschwindigkeit von 19^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 5^{IV}. in einer Secunde zugehört. In dem Behälter fand man die Wasserhöhe 11^{II}. 6^{III}. 9^{IV}. Hieraus ergiebt sich die Wassermenge von 278^{cI}. 5^{sI}. 6^{bI}. 9^{cII}., in jeder Minute von 27^{cI}. 10^{sI}. 1^{bI}. 10^{cII}., in jeder Secunde von 5^{sI}. 6^{bI}. 9^{cII}. 11^{sII}., und man erhält für den Wasserstrahl 3^{qII}. 4^{rIII}. 3^{qIII}.

Sieben und sechzigster Versuch.

Am 17ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 10^{II}. $10\frac{2}{3}^{III}$., die ganze 6^{I}. 10^{II}. $10\frac{2}{3}^{III}$., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 4^{II}. 3^{III}. 2^{IV}. in jeder Secunde zugehört. In einer Zeit von 20 Minuten, welche mittelst einer Uhr abgemessen wurde, hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 2^{I}. 0^{II}. 1^{III}. Hieraus erhält man 580^{cI}. 0^{sI}. 1^{bI}., für jede Minute 29^{cI}., für jede Secunde 5^{sI}. 9^{bI}. 7^{cII}. 3^{sI}.; woraus man für den Wasserstrahl 3^{qII}. 5^{rII}. 0^{qIII}. 4^{rIII}. findet.

Acht und sechzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage nochmahls 20 Minuten lang, die mit einem gewöhnlichen Pendel abgezählt wurden, wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte wurde 1^{I}. 9^{II}. 6^{III}. $8\frac{2}{5}^{IV}$., die ganze 6^{I}. 9^{II}. 6^{III}. $8\frac{2}{5}^{IV}$. gefunden, wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 2^{II}. 3^{III}. 10^{IV}. in einer Secunde gehört. In dem Behälter betrug die Wasserhöhe 1^{I}. 11^{II}. 5^{III}. Hieraus ergeben sich 563^{cI}. 11^{sI}. 5^{bI}., für jede Minute 28^{cI}. 2^{sI}. 4^{bI}. 6^{cII}., und für jede Secunde 5^{sI}. 7^{bI}. 8^{cII}. 2^{rII}., daher findet man für den Wasserstrahl 3^{qII}. 4^{rII}. 2^{qIII}. 7^{rIII}.

Mit der kreisförmigen Oeffnung von zwey Zollen im Durchmesser.

§. 35.

Neun und sechzigster Versuch.

Am 9ten October 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 5^{III}. $1\frac{1}{3}^{IV}$. und also die ganze 6^{I}. 9^{II}. 5^{III}. $1\frac{1}{3}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 2^{II}. 1^{III}. 6^{IV}. in jeder Secunde zugehört. In einer Zeit von 30 Minuten erreichte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1^{I}. 8^{II}. 3^{III}. 6^{IV}., welche 488^{cI}. 8^{sI}. 3^{bI}. 6^{cII}. geben, und in

jeder Minute $16^{c'}$. $3^{c''}$. $5^{b'}$. $8^{c''}$., für jede Secunde $3^{c''}$. $3^{b'}$. $1^{c''}$. $2^{c'''}$. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $1^{q''}$. $11^{r''}$. $3^{q'''}$.

Siebzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde am 10ten October nochmahls 30 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1'$. $8''$. $10'''$. 2^{IV}., die ganze $6'$. $8''$. $10'''$. 2^{IV}. Hiermit stimmt eine Geschwindigkeit von $20'$. $1''$. $5'''$. 2^{IV}. überein, in dem Behälter stand das Wasser $1'$. $8''$. $3'''$. 3^{IV}. Hieraus ergeben sich $488^{c'}$. $2^{c''}$. $5^{b'}$. $5^{c''}$., für jede Minute also $16^{c'}$. $3^{c''}$. $3^{b'}$. $3^{c''}$. $8^{c'''}$., für jede Secunde $5^{c''}$. $3^{b'}$. $0^{c''}$. $8^{c'''}$. und daher findet man für den Wasserstrahl $1^{q''}$. $11^{r''}$. $3^{q'''}$. $8^{r'''}$.

Hiermit wurde auswendig eine cylindrische acht Zolle lange und zwey Zolle im Durchmesser haltende Röhre verbunden.

§. 36.

Ein und siebzigster Versuch.

Am 19ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1'$. $9''$. $11'''$. 9^{IV}. und daher die ganze $6'$. $9''$. $11'''$. 9^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von $20'$. $2''$. $11'''$. 5^{IV}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 25 Minuten war der Behälter $1'$. $10''$. $8'''$. hoch angefüllt. Hieraus erhält man $545^{c'}$. $10^{c''}$. $8^{b'}$., in jeder Minute $21^{c'}$. $10^{c''}$. $0^{b'}$. $4^{c''}$., in jeder Secunde $4^{c''}$. $4^{b'}$. $4^{c''}$. $10^{c'''}$. und daher macht der Wasserstrahl $2^{q''}$. $7^{r''}$. $0^{q'''}$. $8^{r'''}$.

Zwey und siebzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage nochmahls 25 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1'$. $7''$. $6'''$. 7^{IV}. 2^{V}., die ganze $6'$. $7''$. $6'''$. $7\frac{1}{6}^{IV}$. womit eine Geschwindigkeit von $19'$. $11''$. $3'''$. 11^{IV}. in jeder Secunde zusammen gehört. Die Wasserhöhe im Behälter fand man $1'$. $10''$. $3'''$. 6^{IV}. Daraus erhält man $536^{c'}$. $10^{c''}$. $5^{b'}$. $6^{c''}$., in jeder Minute $21^{c'}$. $5^{c''}$. $8^{b'}$. $3\frac{1}{5}^{c''}$., in jeder Secunde $4^{c''}$. $3^{b'}$. $6^{c''}$. $5\frac{1}{2}^{r''}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl $2^{q''}$. $7^{r''}$. $0^{q'''}$. $1^{r'''}$.

Im zweyten Geschosse.

Mit simplen quadratförmigen, zwey Zolle in der Seite haltenden in einer beweglichen Platte, die auswendig an der festen angebracht ist, gemachten Oeffnungen.

§. 37.

Drey und siebzigster Versuch.

Am 20sten September 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1'$. $5''$. $1'''$. 4^{IV}. und daher die ganze $11'$. $5''$. $1'''$. 4^{IV}. welcher eine Geschwindigkeit von $26'$. $2''$.

$2'''$. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 15 Minuten machte das Wasser im Behälter eine Höhe von $1'$. $5''$. $7'''$. Daraus erhält man $423^{c'}$. $6^{s'}$. $7^{b'}$., für jede Minute $28^{c'}$. $2^{s'}$. $9^{b'}$. $3^{c'}$. und für jede Secunde $5^{s'}$. $7^{b'}$. $9^{c''}$. Diese Zahl durch die Länge von $26'$. $1''$. $2'''$. dividirt, giebt für den Wasserstrahl $2^{q''}$. $7^{r''}$.

Vier und siebzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde nochmahls 15 Minuten hindurch wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1'$. $4''$. $3\frac{2}{3}'''$., die ganze $11'$. $4''$. $3\frac{2}{3}'''$., womit die Geschwindigkeit von $26'$. $1''$. $3'''$. in jeder Secunde zusammen gehört. In dem Behälter fand man die Wasserhöhe $1'$. $5''$. $6'''$. Hieraus ergeben sich $421^{c'}$. $5^{s'}$. $6^{b'}$., in jeder Minute $28^{c'}$. $1^{s'}$. $2^{b'}$. in jeder Secunde $5^{s'}$. $7^{b'}$. $5^{c''}$. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $2^{q''}$. $7^{r''}$.

Fünf und siebzigster Versuch.

Am 27sten September wurde der letztere Versuch noch einmahl während einer Zeit von 15 Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1'$. $9''$. $6'''$., die ganze $11'$. $9''$. $6'''$., welcher eine Geschwindigkeit von $26'$. $7''$. $2'''$. in jeder Secunde zugehört. In dem Behälter fand man die Wasserhöhe $1'$. $5''$. $8'''$. 6^{iv}. Daraus erhält man $426^{c'}$. $5^{s'}$. $8^{b'}$. $6^{c''}$., für jede Minute $28^{c'}$. $5^{s'}$. $2^{b'}$. $2^{c''}$., für jede Secunde $5^{s'}$. $8^{b'}$. $2^{c''}$. $10^{s''}$. Hieraus findet man für den Wasserstrahl $2^{q''}$. $6^{r''}$. $9^{q'''}$.

Sechs und siebzigster Versuch.

Am 28sten September wurde dieser Versuch von neuem 15 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war $1'$. $10''$. $1'''$. 9^{iv}., also die ganze $11'$. $10''$. $1'''$. 9^{iv}., womit eine Geschwindigkeit von $26'$. $7''$. $11'''$. in einer Secunde zusammen gehört. Die Wasserhöhe in dem Behälter wurde $1'$. $5''$. $8'''$. 6^{iv}. gefunden. Daraus ergeben sich $426^{c'}$. $5^{s'}$. $8^{b'}$. $6^{c''}$., für jede Minute $28^{c'}$. $5^{s'}$. $2^{b'}$. $2^{c''}$., für jede Secunde $5^{s'}$. $8^{b'}$. $2^{c''}$. $10^{s''}$. und man findet für den Wasserstrahl $2^{q''}$. $6^{r''}$. $8^{q'''}$.

Sieben und siebzigster Versuch.

Am 17ten October brachte man an der festen Platte des zweyten Geschosses die zu dem obern Geschosse gehörige Platte an. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1'$. $6''$. $9'''$. 5^{iv}., die ganze $11'$. $6''$. $9'''$. 5^{iv}. mit welcher die Geschwindigkeit von $26'$ $4''$. $1'''$. 3^{iv}. in jeder Secunde zusammengehört. Im Behälter war die Wasserhöhe in einer Zeit von 20 Minuten $1'$. $11''$. $10'''$. 6^{iv}. gestiegen. Daraus ergeben sich $574^{c'}$. $11^{s'}$., $10^{b'}$. $6^{c''}$., für jede Minute $28^{c'}$. $8^{s'}$. $11^{b'}$. $11^{c''}$. für jede Secunde $5^{c'}$. $8^{b'}$. $11^{c''}$. $11^{s''}$. und für den Wasserstrahl findet man $2^{q''}$. $7^{r''}$. $5^{q'''}$.

Mit der quadratförmigen, zwey Zoll weiten Oeffnung in einer dünnen Platte, die inwendig an der festen angebracht war.

§. 38.

Acht und siebzigster Versuch.

Am 23sten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1^{I}. 8^{II}. 0^{III}. 8^{IV}.$, die ganze $11^{I}. 8^{II}. 0^{III}. 8^{IV}.$ deren zugehörige Geschwindigkeit $26^{I}. 5^{II}. 6^{III}. 7^{IV}.$ in einer Secunde, beträgt. In einer Zeit von 20 Minuten hatte sich das Wasser im Behälter $1^{I}. 10^{II}. 1^{III}.$ hoch erhoben. Daher ist der Betrag der Wassermenge $531^{cI}. 10^{sI}. 1^{bI}.$, für jede Minute also $26^{cI}. 7^{sI}. 1^{bI}. 3^{cII}.$, für jede Secunde $5^{sI}. 3^{bI}. 10^{cII}.$ Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 4^{rIII}.$

Neun und siebzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde 21 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}. 9^{II}. 0^{III}. 3\frac{5}{12}^{IV}.$, die ganze $11^{I}. 9^{II}. 0^{III}. 3\frac{5}{12}^{IV}.$, welcher eine Geschwindigkeit von $26^{I}. 6^{II}. 7^{III}. 9^{IV}.$ in einer Secunde, zugehört. In dem Behälter belief sich die Wasserhöhe auf $1^{I}. 11^{II}. 3^{III}. 9^{IV}.$ Daher ist der Betrag der Wassermenge $561^{cI}. 5^{sI}. 3^{bI}. 9^{cII}.$, für jede Minute also $26^{cI}. 8^{sI}. 9^{bI}. 10^{cII}.$, und für jede Secunde $5^{sI}. 4^{bI}. 1^{cII}. 11^{sII}.$ Hieraus findet man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 5^{rII}.$

Achtzigster Versuch.

Am 24sten September war die mittlere Höhe über dem Einschnitt $1^{I}. 9^{II}. 4^{III}. 1\frac{1}{2}^{IV}.$, also die ganze $11^{I}. 9^{II}. 4^{III}. 1\frac{1}{2}^{IV}.$, womit eine Geschwindigkeit von $26^{I}. 7^{II}. 0^{III}. 1^{IV}.$ in einer Secunde übereinstimmt. In einer Zeit von 20 Minuten erreichte das Wasser im Behälter eine Höhe von $1^{I}. 10^{II}. 3^{IV}.$ Daher beträgt die Wassermenge $535^{cI}. 10^{sI}. 8^{bI}.$, für jede Minute $26^{cI}. 9^{sI}. 6^{bI}. 1^{cII}.$, für jede Secunde $5^{sI}. 4^{bI}. 3^{cII}. 7^{sII}.$ Hieraus entspringt der Wasserstrahl von $2^{qII}. 5^{rII}. 0^{qIII}. 3^{rIII}.$

Ein und achtzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde nochmahls 20 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}. 10^{II}. 1^{III}. 6^{IV}.$, die ganze $11^{I}. 10^{II}. 1^{III}. 6^{IV}.$, deren zugehörige Geschwindigkeit $26^{I}. 7^{II}. 10^{III}. 8^{IV}.$ in einer Secunde betrug. In dem Behälter hatte man eine Höhe von $1^{I}. 10^{II}. 4^{III}. 6^{IV}.$ Daraus erhält man $538^{cI}. 10^{sI}. 4^{bI}. 6^{cII}.$, für jede Minute $26^{cI}. 11^{sI}. 3^{bI}. 10^{cII}.$, für jede Secunde $5^{sI}. 4^{bI}. 7^{cII}. 11^{sII}.$ Hieraus findet man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 5^{rII}. 1^{qIII}. 4^{rIII}.$

An

An der gewöhnlichen Platte wurde auswendig eine acht Zolle lange, viereckige Röhre angebracht.

§. 39.

Zwey und achtzigster Versuch.

Am 11ten October 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 0^{III}. 11^{IV}., die ganze 11^{I}. 9^{II}. 0^{III}. 11^{IV}. deren zugehörige Geschwindigkeit 26^{I}. 6^{II}. 8^{III}. in einer Secunde beträgt. In einer Zeit von 10 Minuten, hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1^{I}. 3^{II}. 5^{III}. erlangt. Daraus erhält man 371^{cI}. 3^{aI}. 5^{bI}., für jede Minute 37^{cI}. 1^{aI}. 6^{bI}. 6^{cII}., für jede Secunde 0^{qI}. 7^{aI}. 5^{bI}. 1^{cII}. ${\frac{3}{16}}^{aII}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl 3^{qII}. 4^{rII}. 3^{III}.

Drey und achtzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage 12 Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war 1^{I}. 9^{II}. 4^{III}. $2\frac{1}{2}^{IV}$., die ganze 11^{I}. 9^{II}. 4^{III}. $2\frac{1}{2}^{IV}$. wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 7^{II}. in einer Secunde gehört. In dem Behälter stand das Wasser 1^{I}. 6^{II}. 6^{III}. hoch. Daraus erhält man 445^{cI}. 6^{aI}. 6^{bI}., für jede Minute 37^{cI}. 1^{aI}. 6^{bI}. 6^{cII}., für jede Secunde 7^{aI}. 5^{bI}. 1^{cII}. 3^{aII}. ${\frac{3}{16}}^{bII}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von 3^{qII}. 4^{rII}. 2^{qIII}.

Vier und achtzigster Versuch.

Am 4ten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 7^{II}. 5^{III}. 9^{IV}., die ganze 11^{I}. 7^{II}. 5^{III}. 9^{IV}. womit eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 4^{II}. 10^{III}. in einer Secunde übereinstimmt. In einer Zeit von 15 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1^{I}. 11^{II}. erreicht. Daraus findet man 553^{cI}. 11^{aI}., für jede Minute 36^{cI}. 11^{aI}. 1^{bI}. ${\frac{2}{3}}^{cII}$., für jede Secunde 0^{cI}. 4^{aI}. 7^{bI}. 6^{cII}. Daher erhält man für den Wasserstrahl 5^{qII}. 4^{rII}. 3^{qIII}. 4^{rIII}.

Fünf und achtzigster Versuch.

Am 5ten September war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 7^{II}. 5^{III}. 5^{V}. 7^{V}., die ganze 11^{I}. 7^{II}. 5^{III}. $5\frac{7}{12}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 4^{II}. 10^{III}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 16 Minuten erhob sich das Wasser im Behälter 2^{I}. 0^{II}. 7^{III}. hoch. Dieses beträgt eine Wassermenge von 592^{cI}. 0^{aI}. 7^{bI}., in jeder Minute 37^{cI}. 0^{aI}. 0^{bI}. $5\frac{1}{4}^{cII}$., in jeder Secunde 7^{aI}. 4^{bI}. 9^{cII}. ${\frac{11}{16}}^{aII}$. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von 3^{qII}. 4^{rII}. 4^{qIII}. 4^{rIII}.

Sechs und achtzigster Versuch.

An demselben Tage war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 2^{II}. 6^{III}. 2^{IV}., wegen der fortdauernden Verringerungen des fließenden Wassers selbst, die ganze Höhe

11^{I}. 2^{II}. 6^{III}. 2^{IV}., womit eine Geschwindigkeit von 25^{I}. 11^{II}. 2^{III}. 6^{IV}. zusammen gehört. In einer Zeit von 16 Minuten stand das Wasser im Behälter 2^{I}. hoch. Die hieraus hervorgehende Wassermenge beträgt 578^{cI}., in jeder Minute 36^{cI}. 1^{sI}. 6^{bI}. in jeder Secunde 0^{cI}. 7^{sI}. 2^{bI}. 8^{cII}. Daher erhält man für den Wasserstrahl 3^{qII}. 4^{rII}. 1^{qIII}. 5^{rIII}.

Mit der kreisförmigen drey Zoll weiten Oeffnung.

§. 40.

Sieben und achtzigster Versuch.

Am 11ten October 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 8^{II}. 8^{III}. $2\frac{3}{4}^{IV}$., die ganze 11^{I}. 8^{II}. 8^{III}. $2\frac{3}{4}^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 5^{III}. 2^{IV}. in jeder Secunde zugehört. In einer Zeit von 28 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 2^{I}. 0^{II}. 5^{III}. 9^{IV}. Daraus ergeben sich 589^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 9^{cII}., für jede Minute 21^{cI}. 0^{sI}. 7^{bI}. 11^{cII}., für jede Secunde 4^{sI}. 2^{bI}. 6^{cII}. 4^{bII}. und also für den Wasserstrahl 1^{qII}. 10^{rII}. 10^{qIII}. 5^{rIII}.

Acht und achtzigster Versuch.

An demselben Tage wurde der Versuch unter allen vorher genannten Bedingungen und Umständen wiederholt, und man fand für den Wasserstrahl 1^{qII}. 10^{rII}. 10^{qIII}. 5^{rIII}.

Hiermit wurde eine cylindrische zwey Zoll weite und acht Zoll lange Röhre verbunden.

§. 41.

Neun und achtzigster Versuch.

An dem vorhin gedachten Tage war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 11^{II}. 6^{III}. 3^{IV}. $\frac{2}{3}^{V}$., also die ganze 11^{I}. 11^{II}. 6^{III}. 3^{IV}. $\frac{2}{3}^{V}$., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 9^{II}. 5^{III}. 6^{IV}., in jeder Secunde angehört. In einer Zeit von 20 Minuten betrug die Höhe im Behälter 2^{I}. 0^{II}. 2^{III}., deren Belauf 582^{cI}. 0^{sI}. 2^{bI}. machte, und in jeder Minute 29^{cI}. 1^{sI}. 2^{bI}. 6^{cII}. in jeder Secunde 5^{sI}. 9^{bI}. 10^{cII}. 1^{sII}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 2^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}. 4^{rIII}.

Neunzigster Versuch.

An demselben Tage war die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 1^{IV}. $\frac{4}{5}^{V}$., die ganze 11^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 1^{IV}. $\frac{4}{5}^{V}$., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 6^{III}. 6^{IV}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 20 Minuten stand das Wasser in dem Behälter. 1^{I}. 11^{II}. 10^{III}. 6^{IV}. hoch. Hieraus ergiebt sich eine Wassermenge von 574^{cI}. 11^{sI}. 10^{bI}. 6^{cII}., und für jede Minute 28^{cI}. 8^{sI}. 11^{bI}. 11^{cII}., für jede Secunde 5^{sI}. 8^{bI}. 11^{cII}. 11^{sII}. 9^{bII}. und für den Wasserstrahl 2^{qII}. 7^{rII}. 2^{qIII}. 3^{rIII}.

Im untern Geschosse.

Mit der quadratförmigen, zwey Zoll weiten Oeffnung in der beweglichen Platte, die auswärts an der festen angebracht war.

§. 43.

Ein und neunzigster Versuch.

Am 19ten September 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1^{I}. 5^{II}. 3^{III}. 7\frac{3}{4}^{IV}$., die ganze $21^{I}. 5^{II}. 3^{III}. 7\frac{3}{4}^{IV}$., daher ist die ihr zugehörige Geschwindigkeit $35^{I}. 10^{II}. 4^{III}$. in einer Secunde. In einer Zeit von 10 Minuten stand das Wasser im Behälter $1^{I}. 4^{II}$. hoch. Daraus erhält man $385^{cI}. 4^{cII}$., für jede Minute $38^{cI}. 6^{cII}. 5^{bI}$. für jede Secunde $0^{cI}. 7^{cII}. 8^{bI}. 6^{cII}$. und daher für den Wasserstrahl $2^{qII}. 6^{rII}. 11^{qIII}$.

Zwey und neunzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde 14 Minuten wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}. 5^{II}. 4^{III}$., die ganze $21^{I}. 5^{II}. 4^{III}$., womit die Geschwindigkeit von $35^{I}. 10^{II}. 5^{III}$. zusammen gehört. Im Wasserhälter fand man die Höhe $1^{I}. 10^{II}. 4^{III}$. Daraus ergiebt sich eine Wassermenge von $537^{cI}. 10^{cII}. 4^{bI}$., in jeder Minute $38^{cI}. 5^{cII}. 0^{bI}. \frac{2}{7}^{cII}$., in jeder Secunde $0^{cI}. 7^{cII}. 8^{bI}. 2^{cII}$., und daher erhält der Wasserstrahl $2^{qII}. 6^{rII}. 10^{qIII}$.

Drey und neunzigster Versuch.

Am 25sten September wurde dieser Versuch nochmahls wiederholt. Die Dauer betrug 10 Minuten. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war $1^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 9^{IV}. \frac{3}{5}^{V}$., die ganze $21^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 9^{IV}. \frac{3}{5}^{V}$., wozu eine Geschwindigkeit von $36^{I}. 5^{II}$. in jeder Secunde gehört. In dem Wasserhälter betrug die Höhe $1^{I}. 4^{II}. 1^{III}$. Daraus erhält man $387^{cI}. 4^{cII}. 1^{bI}$., in jeder Minute $38^{cI}. 8^{cII}. 9^{bI}. \frac{7}{10}^{cII}$, in jeder Secunde $0^{cI}. 7^{cII}. 8^{bI}. 6^{cII}$., und hieraus für den Wasserstrahl $2^{qII}. 6^{rII}. 9^{qIII}$.

Anm. Da sich nun in den Wasserstrahlen durch die zwey Zoll weiten Oeffnungen der drey Geschosse ein merklicher Unterschied zeigte, und der Strahl des obern Geschosses größer als die andern gefunden wurde, so wollte man versuchen, ob ausser dem, daß hier die Oeffnung bekanntlich etwas zu groß war, noch andere solches veranlassende Ursachen mit ins Spiel kämen. Daher wurde am 24sten October 1764 diejenigen Platte, welche zum obern Geschosse gehörte, auch in den andern Geschossen gebraucht. Der Versuch dauerte jedes Mahl 20 Minuten. In dem obern Geschosse wurde der berechnete Wasserstrahl $2^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}. 5^{rIII}$., in dem mittlern $2^{qII}. 7^{rII}. 4^{qIII}. 9^{rIII}$., und in dem untern $2^{qII}. 7^{rII}. 0^{qIII}. 6^{rIII}$. gefunden, d. h., die Wasserstrahlen durch diese Oeffnung fielen sämmtlich größer aus als alle diejenigen, welche man durch die, jedem Geschosse zugehörige Oeffnung erhalten hatte.

Mit der quadratförmigen, zwey Zoll weiten Oeffnung in einer dünnen Platte, welche inwendig an der festen angebracht war.

§. 43.

Vier und neunzigster Versuch.

Am 6ten September 1765 betrug die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1^{I}. 8^{II}. 9^{III}. 8\frac{5}{12}^{IV}$., also die ganze $21^{I}. 8^{II}. 9^{III}. 8\frac{5}{12}^{IV}$., deren zugehörige Geschwindigkeit $36^{I}. 1^{II}. 4^{III}$. macht. In einer Zeit von 15 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von $1^{I}. 10^{II}. 7^{III}. 6^{IV}$. Hieraus ergiebt sich eine Wassermenge von $514^{cI}. 10^{sI}. 7^{bI}. 6^{cII}$., also in jeder Minute $36^{cI}. 3^{sI}. 10^{bI}. 10^{cII}. \frac{4}{5}^{sII}$., und in jeder Secunde $7^{sI}. 3^{bI}. 2^{cII}. 2^{sII}$. Daraus erhält man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 7^{rIII}. 10^{qIV}$.

Fünf und neunzigster Versuch.

Am 12ten September betrug die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1^{I}. 7^{II}. 3^{III}. 8^{IV}$., die ganze $21^{I}. 7^{II}. 3^{III}. 8^{IV}$., welcher eine Geschwindigkeit von $36^{I}. 0^{II}. 1^{III}$. zugehört. In einer Zeit von 15 Minuten war die Höhe im Behälter $1^{I}. 10^{II}. 7^{III}$. Daraus ergeben sich $543^{cI}. 10^{sI}. 7^{bI}$., für jede Minute $36^{cI}. 3^{sI}. 1^{bI}. 3^{cII}. \frac{1}{5}^{sII}$; und für jede Secunde $0^{cI}. 7^{sI}. 3^{bI}. 0^{cII}. 3^{sII}$. Daher findet man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 5^{rII}$.

Sechs und neunzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage 15 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte war $1^{I}. 8^{II}. 0^{III}. 4^{IV}. \frac{4}{5}^{V}$. die ganze $21^{I}. 8^{II}. 0^{II}. 4^{IV}. \frac{4}{5}^{V}$., welcher eine Geschwindigkeit von $36^{I}. 0^{II}. 8^{III}. 3\frac{11}{12}^{IV}$. zugehört. Die Wasserhöhe im Behälter wurde $1^{I}. 10^{II}. 8^{III}. 9^{IV}$. gefunden. Daraus ergeben sich $547^{cI}. 4^{sI}. 8^{bI}. 9^{cII}$., in jeder Minute $36^{cI}. 5^{sI}. 10^{bI}. 11^{cII}. \frac{4}{5}^{sI}$. und in jeder Secunde $0^{cI}. 7^{sI}. 3^{bI}. 6^{cII}. 11^{sII}. 11^{bII}$. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 5^{rII}. 1^{qIII}. 9^{rIII}$.

Sieben und neunzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde am 13ten September d. M. nochmahls 15 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitte betrug $1^{I}. 11^{II}. 5^{III}. 2^{IV}. \frac{4}{5}^{V}$., die ganze also $21^{I}. 11^{II}. 5^{III}. 2^{IV}. \frac{4}{5}^{V}$., womit eine Geschwindigkeit von $36^{I}. 3^{II}. 6^{III}. 1\frac{7}{12}^{IV}$. in einer Secunde zusammen gehört. Die Wasserhöhe im Behälter wurde $1^{I}. 10^{II}. 10^{III}. 9^{IV}$. gefunden. Daher ist der Betrag der Wassermenge $551^{cI}. 4^{sI}. 10^{bI}. 9^{cII}$., also in jeder Minute $36^{cI}. 9^{sI}. 1^{bI}. 6^{cII}. \frac{1}{5}^{sII}$, und in jeder Secunde $0^{cI}. 7^{sI}. 4^{bI}. 2^{cII}. 8^{sII}. \frac{11}{25}^{bII}$. Daraus erhält man für den Wasserstrahl $2^{qII}. 5^{rII}. 2^{qIII}$.

Mit der beweglichen Platte wurde eine viereckige, acht Zoll lange Röhre verbunden.

§. 44.

Am 10ten October 1764 wurden zwey Versuche angestellt. Bey dem einen fand

man den Waſſerſtrahl 2^{qII}. 9^{rII}. 7^{qIII}., und bey dem andern 2^{qII}. 7^{rII}.; beyde aber wichen gar zu ſehr von den andern mit eben der Röhre gemachten Verſuchen ab. Die Urſache davon war die an der Einmündung der Röhre zuſammen gepreßte Luft, welche ſich nachher durch das gewöhnliche Ziſchen, durch das plötzliche Herabſinken des Waſſerſpiegels über dem Einſchnitte und durch die merkliche Vergrößerung des Waſſerſtrahles zu erkennen gab. Man machte hierauf mit größerer Vorſicht folgende Verſuche.

Acht und neunzigſter Verſuch.

Am 12ten October betrug die mittlere Höhe über dem Einſchnitte 1^{I}. 9^{II}. 1^{III}. 5^{IV}. die ganze 21^{I}. 9^{II}. 1^{III}. 5^{IV}., welche einer Geſchwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 7^{III}. 1^{IV}. zugehört. In einer Zeit von 12 Minuten ſtand das Waſſer im Behälter 2^{I}. 1^{II}. 1^{III}. 6^{IV}. hoch. Dieſe gaben 605^{cI}. 1^{aI}. 1^{bI}. 6^{cII}., alſo in jeder Minute 50^{cI}. 5^{aI}. 1^{bI}. 1^{cII}. 6^{aII}., und in jeder Secunde 0^{cI}. 10^{aI}. 1^{bI}. 0^{cII}. 2^{aII}. 8^{bII}. Dieſe Zahl durch die Länge von 36^{I}. 1^{II}. 7^{III}. 1^{IV}. dividirt, giebt für den Waſſerſtrahl 3^{qII}. 4^{rII}. 2^{qIII}.

Neun und neunzigſter Verſuch.

Am 18ten September betrug die mittlere Höhe über dem Einſchnitte 1^{I}. 9^{II}. 3^{III}. $7\frac{1}{2}^{IV}$., alſo die ganze 21^{I}. 9^{II}. 3^{III}. $7\frac{1}{2}^{IV}$., womit eine Geſchwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 8^{III}. $11\frac{2}{3}^{IV}$. zuſammen gehört. In einer Zeit von 12 Minuten war der Behälter 2^{I}. 0^{II}. 10^{III}. hoch mit Waſſer angefüllt. Daraus ergeben ſich 598^{cI}. 0^{aI}. 10^{bI}., in jeder Minute demnach 49^{cI}. 10^{aI}. 0^{I}. 10^{cII}., und in jeder Secunde 9^{aI}. 11^{bI}. 7^{cII}. 4^{aII}. Daher findet man für den Waſſerſtrahl 3^{qII}. 3^{rII}. 8^{qIII}. 6^{rIII}.

Hundertſter Verſuch.

Dieſen Verſuch wiederholten wir auch an demſelben Tage 12 Minuten lang. Die mittlere Höhe über dem Einſchnitt betrug 1^{I}. 8^{II}. 5^{III}. $7\frac{1}{2}^{IV}$., die ganze 21^{I}. 8^{II}. 5^{III}. $7\frac{1}{2}^{IV}$., wozu eine Geſchwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 0^{III}. 8^{IV}. in einer Secunde gehört. In der gedachten Zeit von 12 Minuten ſtand das Waſſer im Behälter 2^{I}. 0^{II}. 8^{III}. Dieſe geben 594^{cI}. 0^{aI}. 8^{bI}., alſo in jeder Minute 49^{cI}. 6^{aI}. 0^{bI}. 8^{cII}., und in jeder Secunde 9^{aI}. 10^{bI}. 9^{cII}. 8^{aII}. Dieſe Zahl durch die Länge von 36^{I}. 1^{II}. 0^{III}. 8^{IV}. dividirt, giebt einen Waſſerſtrahl von 3^{qII}. 3^{rII}. 6^{qIII}. 1^{rIII}.

Mit der kreisförmigen Oeffnung von zwey Zollen im Durchmeſſer.

§. 45.

Hundert und erſter Verſuch.

Am 10ten October war die mittlere Höhe über dem Einſchnitte 1^{I}. 10^{II}. 10^{III}. 6^{IV}., die ganze alſo 21^{I}. 10^{II}. 10^{III}. 6^{IV}., wozu eine Geſchwindigkeit von 36^{I}. 3^{II}. 0^{III}. 7^{IV}.

gehört. In einer Zeit von 20 Minuten stand das Wasser im Behälter 1^{I}. 11^{II}. 10^{III}. 9^{IV}. hoch. Daraus ergeben sich 575^{cI}. 5^{aI}. 10^{bI}. 9^{cII}., in jeder Minute also 28^{cI}. 9^{aI}. 3^{bI}. 6^{cII}., in jeder Secunde 0^{cI}. 5^{aI}. 9^{bI}. 0^{cII}. 8^{rII}. Daher findet man den Wasserstrahl 1^{qII}. 10^{rII}. 10^{qIII}. 5^{III}.

Hundert und zweyter Versuch.

Dieser Versuch wurde noch an demselben Tage bey einer Höhe von 1^{I}. 7^{II}. 4^{III}. 7^{IV}. über dem Einschnitte wiederholt. Die ganze Höhe betrug daher 21^{I}. 7^{II}. 4^{III}. 7^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 0^{II}. 2^{III}. in einer Secunde gehört. Im Behälter belief sich die Wasserhöhe auf 1^{I}. 11^{II}. 9^{III}. 6^{IV}. Daraus ergeben sich 572^{cI}. 11^{aI}. 9^{bI}. 6^{cII}., für jede Minute also 28^{cI}. 7^{aI}. 9^{bI}. 5^{cII}., und für jede Secunde 0^{cI}. 5^{aI}. 8^{bI}. 9^{cII}. 1^{aII}. Daher findet man für den Wasserstrahl 1^{qII}. 10^{rII}. 10^{qIII}. 3^{rIII}.

Auswendig wurde eine cylindrische, acht Zoll lange Röhre von gleichem Durchmesser (mit der Oeffnung) befestiget.

§. 46.

Hundert und dritter Versuch.

Am 24sten September 1765 betrug die mittlere Höhe 1^{I}. 5^{II}. 11^{III}. $9\frac{3}{4}^{IV}$. über dem Einschnitt, also die ganze 21^{I}. 5^{II}. 11^{III}. $9\frac{3}{4}^{IV}$., womit eine Geschwindigkeit von 35^{I}. 10^{II}. 11^{III}. $9\frac{3}{4}^{IV}$. zusammen gehört. In einer Zeit von 16 Minuten stand das Wasser im Behälter 2^{I}. 1^{II}. 11^{III}. hoch. Daraus ergiebt sich eine Wassermenge von 624^{cI}. 1^{aI}. 11^{bI}., also in jeder Minute 39^{cI}. 0^{aI}. 1^{bI}. 5^{cII}., und in jeder Secunde 0^{cI}. 7^{aI}. 9^{bI}. 7^{cII}. 6^{aII}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 2^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}: 4^{rIII}.

Hundert und vierter Versuch.

Dieser Versuch wurde 16 Minnten lang bey einer mittlern Höhe von 1^{I}. 10^{II}. 9^{III}. 5^{IV}. 4^{V}. über dem Einschnitte wiederholt. Die ganze Höhe betrug demnach 21^{I}. 10^{II}. 9^{III}. $5\frac{1}{3}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 2^{II}. 11^{III}. 8^{IV}. gehört. Im Behälter war die Höhe 2^{I}. 2^{II}. 1^{III}. 3^{IV}. Daraus ergeben sich 628^{cI}. 8^{aI}. 1^{bI}. 3^{cII}., in jeder Minute 39^{cI}. 5^{aI}. 6^{bI}. 1^{cII}. und in jeder Secunde 0^{cI}. 7^{aI}. 10^{bI}. 3^{cII}. 7^{aII}. Daher findet man für den Wasserstrahl 2^{qII}. 7^{rII}. 2^{qIII}. 7^{rIII}.

Anm. Auch konnte man rings um die äussern Ränder der quadratförmigen, 2 Zoll weiten Oeffnungen, welche in 4 Linien dicken Platten gemacht waren, eine Leere von ungefähr 2 Linien bemerken, und von hier aus wurde der Strahl bis auf eine kleine Entfernung merklich verringert. Allein an den kreisförmigen, in dünnen Platten gemachten, und inwendig an den festen, angebrachten Oeffnungen ließ sich eine solche Leere nicht gut erkennen. Indeß war die größte Zusammenziehung des Strahles ungefähr 10 Linien von den innern Rändern, und sein Durchmesser betrug daselbst ungefähr 19 Linien. War eine viereckige oder cylindrische Röhre angebracht, so konnte man nirgends eine solche Leere entdecken, noch zeigte sich irgend wo eine Zusammenziehung des Wasserstrahles. Indeß ergab sich auch nicht vermittelst ihrer die ganze oder größte Wassermenge, wie solches die Rechnungen hinlänglich beweisen.

Vierter Abschnitt.

Versuche mit der einzölligen Oeffnung.

Im obern Geschosse.

Mit der quadratförmigen einzölligen Oeffnung in einer dünnen Platte, welche auswendig an der festen angebracht war.

§. 47.

Hundert und fünfter Versuch.

Am 26sten September 1764 betrug die beständige Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 1^{III}., die ganze also 6^{I}. 9^{II}. 1^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 1^{II}. 7^{III}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 30 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 0^{I}. 6^{II}. 7^{III}. erreicht. Daraus ergeben sich 158^{cI}. 6^{sI}. 7^{bI}., also für jede Minute 5^{cI}. 3^{sI}. 5^{bI}. und für jede Secunde 0^{cI}. 1^{sI}. 0^{bI}. 8^{cII}, $\frac{1}{2}^{sII}$. Daher erhält man für den Wasserstrahl 0^{qI}. 7^{rII}. 6^{qIII}. 8^{rIII}.

Mit der quadratförmigen einzölligen Oeffnung in einer dünnen Platte, die inwendig dicht an der festen angebracht war.

§. 48.

Hundert und sechster Versuch.

Am 27sten September 1765 betrug die Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 3^{IV}., die ganze also 6^{I}. 8^{II}. 11^{III}. 3^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 1^{II}. 4^{III}. 9^{IV}. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 60 Minuten stand das Wasser im Behälter 1^{I}. 0^{II}. 8^{III}. 6^{IV}. hoch. Daraus erhält man 306^{cI}. 0^{sI}. 8^{bI}. 6^{cII}., in jeder Minute 5^{cI}. 1^{sI}. 2^{bI}. 6^{cII}. 6^{sII}., und in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{sI}. 0^{bI}. 2^{cII}. 11^{sII}. Hieraus ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von 0^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}. 7^{rIII}. 7^{qIV}.

An der beweglichen Platte wurde eine viereckige, acht Zoll lange Röhre angebracht.

§. 49.

Hundert und siebenter Versuch.

Am 12ten October 1764 betrug die beständige Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 10^{II}.

3^{III}., die ganze 6^{I}. 10^{II}. 3^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 3^{II}. 4^{III}. 2^{IV}. zugehört. In einer Zeit von 20 Minuten belief sich die Wasserhöhe im Behälter auf 0^{I}. 5^{II}. 7^{III}. 5^{IV}. Daraus ergeben sich 134^{cI}. 11^{sI}. 7^{bI}. 3^{cII}., in jeder Minute also 6^{cI}. 8^{sI}. 11^{bII}. 9^{cII}., und in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{sI}. 4^{bI}. 2^{cII}. 4^{sII}., daher erhält man für den Wasserstrahl 0^{qII}. 9^{rII}. 7^{qIII}.

Bey diesem Versuch litt der Wasserstrahl durch die in der Röhre enthaltene Luft eine kleine Veränderung.

Hundert und achter Versuch.

Am 17ten October betrug die beständige Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 7^{II}. 7^{III}., die ganze also 6^{I}. 7^{II}. 7^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 19^{I}. 11^{II}. 4^{III}. 5^{IV}. zugehört. In einer Zeit von 30 Minuten stand das Wasser im Behälter 0^{I}. 8^{II}. 4^{III}. hoch. Daraus ergeben sich 200^{cI}. 8^{sI}. 4^{bI}., also in jeder Minute 6^{cI}. 8^{sI}. 3^{bI}. 4^{cII}., und in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{sI}. 4^{bI}. 0^{cII}. 8^{sII}. Daher findet man für den Wasserstrahl 9^{rII}. 7^{qII}. 10^{rIII}.

Hundert und neunter Versuch.

Am 5ten September 1765 betrug die Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 7^{IV}., die ganze also 6^{I}. 8^{II}. 6^{III}. 7^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 0^{II}. 9^{III}. 10^{IV}. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 40 Minuten stand das Wasser im Behälter 11^{II}. 2^{III}. Daraus ergeben sich 268^{cI}. 11^{sI}. 2^{bI}., in jeder Minute also 6^{cI}. 8^{sI}. 8^{bI}. 1^{cII}. $\frac{4}{5}^{sII}$. und in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{sI}. 4^{bI}. 1^{cII}. 7^{sII}. $\frac{14}{25}^{bII}$. Daher erhält man für den Wasserstrahl 9^{rII}. 7^{qIII}. 9^{rIII}. 4^{qIV}. $\frac{3}{4}^{rIV}$.

Mit einer kreisförmigen, einen Zoll weiten Oeffnung.

§. 50.

Hundert und zehnter Versuch.

Am 11ten October 1765 betrug die mittlere Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 10^{II}. 6^{III}. 11^{IV}., die ganze also 6^{I}. 10^{II}. 6^{III}. 11^{IV}., deren zugehörige Geschwingkeit 20^{I}. 5^{II}. 10^{III}. ist. In einer Zeit von 60 Minuten stand das Wasser im Behälter 10^{II}. 3^{III}. 3^{IV}. hoch. Daraus ergeben sich 247^{cI}. 4^{sI}. 3^{bI}. 3^{cII}., in jeder Minute 4^{cI}. 1^{sI}. 5^{bI}. 7^{cII}. 10^{sII}., und in jeder Secunde 9^{bI}. 10^{cII}. 8^{sII}. 9^{bII}. Daher findet man für den Wasserstrahl 0^{qII}. 5^{rII}. 10^{qIII}. 1^{rIII}.

Es wurde eine cylindrische, acht Zoll lange Röhre angebracht.

§. 51.

Hundert und eilfter Versuch.

Am 27sten September 1765 war die beständige Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 8^{III}., die ganze 6^{I}. 9^{II}. 8^{III}., deren zugehörige Geschwindigkeit 20^{I}. 2^{II}. 6^{III}. beträgt. In

Zu einer Zeit von 41 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 8^{II}. 10 . 6^{IV}. Daraus ergeben sich 213^{cI}. 8^{zI}. 10^{bI}. 6^{cII}., für jede Minute 5^{cI}. 2^{zI}. 6^{bI}. $8\frac{1}{3}^{cI}$., und für jede Secunde 1^{zI}. 0^{bI}. $6\frac{1}{8}^{cII}$. Hieraus findet man für den Wasser strahl 7^{rII}. 5^{qIII}. $1\frac{5}{8}^{rIII}$.

Im zweyten Geschosse.

Mit der einzölligen quadratförmigen Oeffnung in einer dünnen Platte, welche auswendig an einer festen angebracht ward.

§. 52.

Hundert und zwölfter Versuch.

Am 28sten October war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 10^{II}. 8^{III}. $1\frac{3}{4}^{IV}$., die ganze 11^{I}. 10^{II}. 8^{III}. $1\frac{3}{4}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 8^{II}. 6^{III}. gehört. In einer Zeit von 24 Minuten stand das Wasser im Behälter 6^{II}. 9^{III}. 6^{IV}. hoch. Daraus ergeben sich 163^{cI}. 9^{zI}. 6^{bI}., für jede Minute 6^{I}. 9^{zI}. 9^{I}. 5^{cII}. und für jede Secunde 0^{cI}. 1^{zI}. 4^{bI}. 4^{cII}. 3^{bII}. Daher findet man für den Wasserstrahl 7^{rII}, 4^{qIII}. 2^{rIII}.

Mit einer einzölligen quadratförmigen Oeffnung, in einer dünnen Platte, die inwendig in der festen angebracht wurde.

§. 53.

Hundert und dreyzehnter Versuch.

Am 17ten September 1765 war die beständige Höhe über dem Einschnitt 1^{I}. 9^{II}. 8^{III}., die ganze 11^{I}. 9^{II}. 8^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 7^{II}. 4^{III}. 6^{IV}. zugehört. In einer Zeit von 50 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1^{I}. 1^{II}. 11^{III}. 6^{IV}. Aus dieser ergiebt sich eine Wassermenge von 336^{cI}. 1^{zI}. 11^{bI}. 6^{cII}., in jeder Minute 6^{cI}. 8^{zI}. 8^{bI}. $1\frac{3}{4}^{cII}$., und in jeder Secunde 1^{zI}. 4^{bI}. 1^{cII}. $7\frac{1}{2}^{zII}$. Hieraus findet man für den Wasserstrahl 7^{rII}. 3^{qIII}. $3\frac{1}{4}^{rIII}$.

Hundert und vierzehnter Versuch.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage 40 Minuten lang unter denselben Umständen, wie bey dem vorhergehenden wiederholt. Die Wasserhöhe im Behälter belief sich auf 11^{II}. 2^{III}. Daraus ergeben sich 268^{cI}. 11^{zI}. 2^{bI}., in jeder Minute 6^{cI}. 8^{zI}. 8^{bI}. 1^{cII}. 9^{zII}. und in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{zI}. 4^{bI}. 1^{cII}. 7^{zII}. 6^{bII}. und daher für den Wasserstrahl 7^{rII}. 3^{qIII}. 3^{rIII}. 5^{qIV}.

Sie wurde hierauf auswendig mit einer acht Zoll langen viereckigen Röhre verbunden.

§. 54.

Hundert und funfzehnter Versuch.

Am 12ten October 1764 war die beständige Höhe über dem Einschnitt 1'. 10''. 5'''., die ganze 11'. 10''. 3'''., welcher eine Geschwindigkeit von 26'. 8''. zugehört. In einer Zeit von 20 Minuten betrug die Wasserhöhe im Behälter 7''. 5'''. Daraus ergeben sich $178^{c'}$. $7^{c''}$. $5^{b'}$., für jede Minute $8^{c'}$. $11^{c''}$. $2^{b'}$., für jede Secunde $1^{c''}$. $9^{b'}$. $5^{c'}$. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $0^{q''}$. $9^{r''}$. $7^{q'''}$. $8^{r'''}$.

Hundert und sechzehnter Versuch.

Am 18ten October war die beständige Höhe über dem Einschnitte 1'. 9''. 7'''. 10^{IV}., die ganze 11'. 9''. 7'''. 10^{IV}., deren zugehörige Geschwindigkeit 26'. 7''. 4'''. 3^{IV}. beträgt. In einer Zeit von 45 Minuten belief sich die Höhe im Wasserbehälter auf 1'. 4''. 9'''. Daraus ergeben sich $403^{c'}$. $4^{c''}$. $9^{b'}$., in jeder Minute $8^{c'}$. $11^{c''}$. $6^{b'}$. $\frac{4}{5}^{c''}$. und im jeder Secunde $1^{c''}$. $9^{b'}$. $6^{c''}$. Hieraus findet man für den Wasserstrahl $0^{q''}$. $9^{r''}$. $8^{q'''}$. $4^{r'''}$.

Hundert und siebzehnter Versuch.

Am 6ten September 1765 war die beständige Höhe über dem Einschnitte 1'. 9''. 4'''., und also die ganze 11'. 9''. 4'''., wozu eine Geschwindigkeit von 26'. 7''. in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 30 Minuten stand das Wasser im Behälter 11''. hoch. Daraus ergiebt sich eine Wassermenge von $264^{c'}$. $11^{c''}$. und in jeder Minute $8^{c'}$. $9^{c''}$. $11^{b'}$. $\frac{3}{5}^{c''}$., in jeder Secunde $1^{c''}$. $9^{b'}$. $2^{c''}$. $\frac{8}{25}^{d''}$. Daher erhält man für den Wasserstrahl $0^{q''}$. $9^{r''}$. $6^{q'''}$. $9^{r'''}$. $7^{q\,IV}$.

Mit der kreisförmigen Oeffnung von einem Zolle im Durchmesser.

§. 55.

Hundert und achtzehnter Versuch.

Am 11ten October 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1'. 8''. 11'''. 10^{IV}., die ganze 11'. 8''. 11'''. 10^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 26'. 6''. 7'''. 3^{IV}. gehört. In einer Zeit von 60 Minuten erreichte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1'. 1''. 5'''. 6^{IV}. Hieraus ergiebt sich eine Wassermenge von $324^{c'}$. $1^{c''}$. $5^{b'}$. $6^{c''}$., in jeder Minute $5^{c'}$. $4^{c''}$. $9^{b'}$. $10^{c''}$. $8^{d''}$., in jeder Secunde $1^{c''}$. $0^{b'}$. $11\frac{1}{2}^{c''}$. Daher erhält man für den Wasserstrahl $0^{q''}$. $5^{r''}$. $10^{q'''}$. $3^{r'''}$.

Auswendig wurde eine cylindrische acht Zoll lange Röhre befestiget.

§. 56.

Hundert und neunzehnter Versuch.

Am 19ten September 1765 war die beständige Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 8^{II}. 9^{III}., und also die ganze 11^{I}. 8^{II}. 9^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 6^{II}. 4^{III}. 1^{IV}., in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 40 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 11^{II}. 5^{III}. 6^{IV}. erlangt. Daraus erhält man 275^{cI}. 11^{aI}. 5^{bI}. 6^{cII}., in jeder Minute 6^{cI}. 10^{aI}. 9^{bI}. 5^{cII}. $\frac{3}{5}{}^{aII}$., in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{aI}. 4^{bI}. 6^{cII}. 8^{aII}. $\frac{7}{25}{}^{bII}$. und also für den Wasserstrahl 0^{qII}. 7^{rII}. 5^{qIII}. 10^{rIII}. 5^{qIV}.

Hundert und zwanzigster Versüch.

An demselben Tage war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 9^{III}. $11\frac{1}{8}{}^{IV}$., die ganze 11^{I}. 9^{II}. 9^{III}. $11\frac{1}{8}{}^{IV}$., wozu eine Geschwindigkeit von 26^{I}. 7^{II}. 6^{III}. 8^{IV}., in jeder Secunde gehört. In einer Zeit von 50 Minuten stand das Wasser im Behälter 1^{I}. 2^{II}. 5^{III}. 6^{IV}. Daraus erhält man für die Wassermenge 348^{cI}. 2^{aI}. 5^{bI}. 6^{cII}., in jeder Minute also 6^{cI}. 11^{aI}. 6^{bI}. 10^{cII}., in jeder Secunde 0^{cI}. 1^{aI}. 4^{bI}. 8^{cII}. 6^{aII}. $\frac{4}{5}{}^{bII}$. Daher findet man für den Wasserstrahl 0^{qII}. 7^{rII}. 6^{qIII}. $4\frac{1}{2}{}^{rIII}$.

Mit einer einzölligen quadratförmigen Oeffnung in einer beweglichen Platte, welche auswendig an einer festen angebracht ward.

§. 57.

Hundert und ein und zwanzigster Versuch.

Am 19ten September 1764 war die beständige Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 6^{II}. 1^{III}., und daher die ganze 21^{I}. 6^{II}. 1^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 35^{I}. 11^{II}. in einer Secunde zugehört. In einer Zeit von 60 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von 1^{I}. 11^{II}. 4^{III}. 6^{IV}. erreicht. Daraus ergeben sich 562^{cI}. 11^{aI}. 4^{bI}. 6^{cII}., und also in jeder Minute 9^{cI}. 4^{aI}. 7^{bI}., in jeder Secunde 1^{aI}. 10^{bI}. 6^{cII}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 7^{rII}. $6\frac{1}{4}{}^{qIII}$.

Hundert und zwey und zwanzigster Versuch.

Am 25sten September 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte 1^{I}. 9^{II}. 1^{III}. 1^{IV}., die ganze 21^{I}. 9^{II}. 1^{III}. 1^{IV}., welcher eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 1^{II}. 6^{III}. zugehört. In einer Zeit von 30 Minuten erhob sich das Wasser im Behälter auf eine Höhe von 11^{II}. 9^{III}. 6^{IV}. Daraus ergeben sich für die Wassermenge 283^{cI}. 11^{aI}. 9^{bI}. 6^{cII}., in jeder Minute 9^{cI}. 5^{aI}. 7^{bI}. 1^{cII}. $\frac{2}{5}{}^{aII}$., in jeder Secunde 1^{aI}. 10^{bI}. 8^{cII}. 7^{aII}. 6^{bII}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 7^{rII}. $6\frac{1}{2}{}^{qIII}$.

Mit einer viereckigen einen Zoll weiten Oeffnung in einer dünnen Platte, welche inwendig an der festen angebracht war.

§. 58.

Hundert und drey und zwanzigster Versuch.

Am 26sten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitt $1'. 8''. 9'''. 9^{iv}$., und also die ganze $21'. 8''. 9'''. 9^{iv}$., wozu eine Geschwindigkeit von $36'. 1''. 4'''. 1^{iv}$. in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 40 Minuten hatte man im Behälter eine Wasserhöhe von $1'. 3''. 1'''. 3^{iv}$. Daraus erhält man $363^{c'}. 9^{c''}. 1^{b'}. 9^{c''}$., also in jeder Minute $9^{c'}. 1^{c''}. 1^{b'}. 6\frac{1}{2}^{c''}$., und in jeder Secunde $1^{c''}. 9^{b'}. 10^{c''}$. Daraus ergiebt sich für den Wasserstrahl eine Größe von $7^{r''}. 3^{q'''}. 0^{r'''}. 8^{q\,iv}$.

Hundert und vier und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde auch an demselben Tage 40 Minuten lang wiederholt. Die mittlere Höhe über dem Einschnitt war $1'. 9''. 1'''. 9\frac{1}{4}^{iv}$., also die ganze $21'. 9''. 1'''. 9\frac{1}{4}^{iv}$., deren zugehörige Geschwindigkeit $36'. 1''. 7'''. 5^{iv}$. beträgt. In dem Behälter erhob sich das Wasser auf eine Höhe von $1'. 3''. 1'''. 3^{iv}$. Hieraus ergiebt sich wie im vorhergehenden eine Wassermenge von $363^{c'}. 9^{c''}. 1^{b'}. 9^{c''}$., in jeder Minute $9^{c'}. 1^{c''}. 1^{b'}. 6\frac{1}{2}^{c''}$., in jeder Secunde $1^{c''}. 9^{b'}. 10^{c''}$. Daher erhält man für den Wasserstrahl $7^{r''}. 2^{q'''}. 11^{r'''}. 9^{q\,iv}$.

Hundert und fünf und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde nochmahls 40 Minuten lang wiederholt. Die beständige Höhe über dem Einschnitte war $1'. 11''. 3'''$., die ganze $21'. 11''. 3'''$., welcher eine Geschwindigkeit von $36'. 3''. 4'''. 4^{iv}$. zugehört. Im Behälter hatte man eine Höhe von $1'. 3''. 2'''. 6^{iv}$. Daraus ergeben sich $366^{c'}. 3^{c''}. 2^{b''}. 6^{c''}$., für jede Minute $9^{c'}. 1^{c''}. 10^{b'}. 6\frac{3}{4}^{c''}$., in jeder Secunde $1^{c''}. 9^{b'}. 11\frac{2}{3}^{c''}$. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl $7^{r''}. 3^{q'''}. 2^{r'''}. 8^{q\,iv}$.

Es wurde auswendig eine viereckige acht Zoll lange Röhre eingesetzt.

§. 59.

Hundert und sechs und zwanzigster Versuch.

Am 12ten October 1764 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1'. 9''. 11'''. 4\frac{1}{5}^{iv}$., und daher die ganze $21'. 9''. 11'''. 4\frac{1}{5}^{iv}$., wozu eine Geschwindigkeit von $36'. 2''. 3'''. 4^{iv}$. gehört. In einer Zeit von 12 Minuten, betrug die Höhe (wegen eines plötzlichen Mangels an Wasser) $10''. 1'''. 6^{iv}$. Daher erhält man für die Wassermenge $243^{c'}. 10^{c''}. 1^{b'}. 6^{c''}$., in jeder Minute $12^{c'}. 2^{c''}. 3^{b'}. 8^{c''}$, in jeder Secunde $2^{c''}. 5^{b'}. 3^{c''}. 1^{c'''}. \frac{2}{3}^{b''}$., und also für den Strahl $9^{r''}. 8^{q'''}. 5^{r'''}$.

Hundert und sieben und zwanzigster Versuch.

Dieser Versuch wurde am 17ten desselben Monathes 30 Minuten lang wiederholt. Die beständige Höhe über dem Einschnitte war $1^{\mathrm{I}}.\ 6^{\mathrm{II}}.\ 3^{\mathrm{III}}.$, also die ganze $21^{\mathrm{I}}.\ 6^{\mathrm{II}}.\ 3^{\mathrm{III}}.$, wozu eine Geschwindigkeit von $35^{\mathrm{I}}.\ 11^{\mathrm{II}}.\ 2^{\mathrm{III}}.\ 6^{\mathrm{IV}}.$ gehört. Die Wasserhöhe im Behälter fand man $1^{\mathrm{I}}.\ 5^{\mathrm{II}}.\ 2^{\mathrm{III}}.$ Hieraus erhält man für die Wassermenge $365^{\mathrm{cI}}.\ 3^{\mathrm{sI}}.\ 2^{\mathrm{bI}}.$, in jeder Minute $12^{\mathrm{cI}}.\ 2^{\mathrm{sI}}.\ 1^{\mathrm{bI}}.\ 3^{\mathrm{cII}}.$, in jeder Secunde $2^{\mathrm{sI}}.\ 5^{\mathrm{bI}}.\ 2^{\mathrm{cII}}.\ 8^{\mathrm{sII}}.$ Hieraus findet man für den Wasserstrahl $9^{\mathrm{rII}}.\ 9^{\mathrm{qIII}}.\ 1^{\mathrm{rIV}}.$

Hundert und acht und zwanzigster Versuch.

Am 25sten September 1765 war die beständige Höhe über dem Einschnitte $1^{\mathrm{I}}.\ 9^{\mathrm{II}}.\ 4^{\mathrm{III}}.$, die ganze $21^{\mathrm{I}}.\ 9^{\mathrm{II}}.\ 4^{\mathrm{III}}.$, deren zugehörige Geschwindigkeit $36^{\mathrm{I}}.\ 1^{\mathrm{II}}.\ 9^{\mathrm{III}}.\ 3^{\mathrm{IV}}.$ beträgt. In einer Zeit von 30 Minuten stand das Wasser im Behälter $1^{\mathrm{I}}.\ 2^{\mathrm{II}}.\ 8^{\mathrm{III}}.$ hoch. Daraus ergeben sich für die Wassermenge $355^{\mathrm{cI}}.\ 2^{\mathrm{sI}}.\ 8^{\mathrm{bI}}.$, in jeder Minute $11^{\mathrm{cI}}.\ 9^{\mathrm{sI}}.\ 3^{\mathrm{bI}}.\ 5^{\mathrm{cII}}.\ 7^{\mathrm{sII}}.$, in jeder Secunde $2^{\mathrm{sI}}.\ 4^{\mathrm{bI}}.\ 3^{\mathrm{cII}}.\ 1^{\mathrm{sII}}.\ 1^{\mathrm{bII}}.$ und also für den Wasserstrahl $9^{\mathrm{rII}}.\ 4^{\mathrm{qIII}}.\ 6^{\mathrm{rIII}}.\ 10^{\mathrm{qIV}}.$

In diesem Versuch hat sich bey der Abmessung der Zeit ein Irrthum von einigen Secunden eingeschlichen.

Mit einer kreisförmigen einen Zoll weiten Oeffnung.

§. 60.

Hundert und neun und zwanzigster Versuch.

Am 11ten October 1765 war die beständige Höhe über dem Einschnitte $2^{\mathrm{I}}.\ 0^{\mathrm{II}}.\ 2^{\mathrm{III}}.\ 6^{\mathrm{IV}}.$, die ganze $22^{\mathrm{I}}.\ 0^{\mathrm{II}}.\ 2^{\mathrm{III}}.\ 6^{\mathrm{IV}}.$, deren zugehörige Geschwindigkeit $36^{\mathrm{I}}.\ 4^{\mathrm{II}}.\ 1^{\mathrm{III}}.\ 10^{\mathrm{IV}}.$ in einer Secunde betrug. In einer Zeit von 60 Minuten hatte das Wasser im Behälter eine Höhe von $1^{\mathrm{I}}.\ 6^{\mathrm{II}}.\ 5^{\mathrm{III}}.\ 6^{\mathrm{IV}}.$ erreicht. Daraus erhält man eine Wassermenge von $444^{\mathrm{cI}}.\ 6^{\mathrm{sI}}.\ 5^{\mathrm{bI}}.\ 6^{\mathrm{cII}}$, in jeder Minute also $7^{\mathrm{cI}}.\ 4^{\mathrm{sI}}.\ 10^{\mathrm{bI}}.\ 10^{\mathrm{cI}}.\ 8^{\mathrm{sII}}.$, in jeder Secunde $1^{\mathrm{sI}}.\ 5^{\mathrm{bI}}.\ 9^{\mathrm{cII}}.\ 4^{\mathrm{sII}}.\ 6^{\mathrm{bII}}.$ Diese Zahl durch die Geschwindigkeit von $36^{\mathrm{I}}.\ 4^{\mathrm{II}}.\ 1^{\mathrm{III}}.\ 10^{\mathrm{IV}}.$ dividirt, giebt für den Wasserstrahl $5^{\mathrm{rII}}.\ 10^{\mathrm{qIII}}.\ 5^{\mathrm{rIII}}.$

Es wurde auswendig eine cylindrisch acht Zoll lange Röhre angebracht.

§. 61.

Hundert und dreyßigster Versuch.

Am 24sten September 1765 war die mittlere Höhe über dem Einschnitte $1^{\mathrm{I}}.\ 9^{\mathrm{II}}.\ 7^{\mathrm{III}}.\ 1\tfrac{1}{2}^{\mathrm{IV}}.$, und daher die ganze $21^{\mathrm{I}}.\ 9^{\mathrm{II}}.\ 7^{\mathrm{III}}.\ 1\tfrac{1}{2}^{\mathrm{IV}}.$, wozu eine Geschwindigkeit von $36^{\mathrm{I}}.\ 1^{\mathrm{II}}.\ 11^{\mathrm{III}}.\ 10^{\mathrm{IV}}.$ in einer Secunde gehört. In einer Zeit von 30 Minuten stand das Wasser im Behälter $11^{\mathrm{II}}.\ 9^{\mathrm{III}}.\ 3^{\mathrm{IV}}.$ hoch. Daraus ergeben sich $283^{\mathrm{cI}}.\ 5^{\mathrm{sI}}.\ 9^{\mathrm{bI}}.$

$3^{c\,II}$., in jeder Minute $9^{c\,I}$. $5^{a\,I}$. $4^{b\,I}$. $8^{c\,II}$. $6^{a\,II}$., in jeder Secunde $1^{a\,I}$. $10^{b\,I}$. $8^{c\,II}$. $1^{a\,III}$. und für den Wasserstrahl also $7^{r\,II}$. $6^{q\,III}$. $3^{r\,III}$. $6^{q\,IV}$.

§. 62.

Hierbey sind nun noch folgende Puncte zu bemerken:

1) Der Wasserstrahl, durch quadratförmige einen Zoll weite, in beweglichen 4 Linien dicken Platten gemachte Oeffnungen, welche an den festen auswendig angebracht waren, verringerte sich ungefähr eine Linie weit von den äussern Ecken der Oeffnungen und diese Verminderung desselben nahm von hier an nach und nach bis auf eine kleine Entfernung, zu. Hierdurch bestätigt es sich, daß in Oeffnungen, die nicht kleiner als diese sind, die Dicke der Platten zur Vermehrung oder Verringerung des Wasserstrahles nichts beyträgt. Ich sage, bey Oeffnungen, die nicht kleiner als diese sind, und bey einer Dicke der Platten von vier Linien. Denn wo die Dicke der Platte gegen die Oeffnungen ein größeres Verhältniß, als das gedachte hätte d. h. wo die Dicke in Vergleichung mit der Weite einen gewissen Theil von der Länge der Röhre ausmachte; da würde dieß allerdings einige Veränderungen in dem Wasserstrahle hervorbringen.

2) Bey kreisförmigen in solchen Platten gemachten Oeffnungen, deren Dicke etwa eine halbe Linie betrug, fand man den Durchmesser des zusammen gezogenen Wasserstrahles durch Beobachtung etwa 9¾ Linien und ungefähr fünf Linien von dem innern Rande entfernt. Allein bey einer prismatischen oder cylindrischen Röhre zeigte sich keine Verminderung oder Zusammenziehung des Wasserstrahles. Diese muß daher bloß vermittelst der Berechnung bestimmt werden.

3) Durch diese Versuche sehen wir auch die frühern Beobachtungen des Newton bestätiget, nach welchen das Wasser, welches aus einer und derselben Oeffnung oder aus ähnlichen, gleichen und auf gleiche Art unter verschiedenen Höhen angebrachten Oeffnungen ausströmt, sich auch zu gleichen und ähnlichen Strahlen bildet, so, daß die verschiedenen Druckhöhen und daher auch die Geschwindigkeiten, oder daß die Kräfte auf keine Art das Verhältniß zwischen der Größe der Oeffnungen, und dem Querschnitt des zusammen gezogenen Wasserstrahles ändern. Dieses erfolgt nach dem bekannten Grundsatze, daß bey allen Körpern, welche Veränderungen in einander hervorbringen, der Wirkung allemahl eine gleiche Gegenwirkung entgegen gesetzt sey. Vermöge dieses Grundsatzes aber, müssen nicht nur verschiedene Kräfte bey einem und demselben Widerstande, dieselbe Wirkung hervorbringen, wie in diesen Versuchen, das mit verschiedenen Graden der Geschwindigkeit ausströmende Wasser denselben Widerstand an den Rändern und Ecken einer und derselben Oeffnung oder gleicher und ähnlicher Oeffnungen erleidet; sondern es wird auch eine und dieselbe Kraft bey ähnlichen Widerständen von ungleicher Größe, dieselbe Wirkung hervorbringen, wie hier das, durch ähnliche und auf eine ähnliche Art angebrachte Oeffnungen von ungleicher Größe mit verschiedener Geschwindigkeit ausströmende Wasser, immer einerley Wirkung hervorbringen muß. Alles dieses will nun so viel sagen, daß das Verhältniß, zwischen dem Flächeninhalte der Oeffnungen und dem kleinsten Querschnitte des zusammen gezogenen Wasserstrahles unveränderlich sey.

[So schätzbar die Versuche des B. sind, so wird man doch oft dessen aufgestellte allgemeine Sätze nicht überzeugend finden, besonders wenn solche wie hier durch die Erfahrung widerlegt werden.]

4) Wenn also überhaupt das Wasser mit einer gewissen Geschwindigkeit, aus ungleichen aber ähnlichen und auf eine ähnliche Art geformten Oeffnungen ausläuft; so wird immer dasselbe Verhältniß zwischen den Größen der Oeffnungen und den Querschnitten ihrer respectiven zusammen gezogenen Wasserstrahlen Statt finden. Denn Hindernisse dieser Art stehen immer mit den verschiedenen Geschwindigkeiten in einerley Verhältniß, und diese hangen nicht von der Gestalt und Größe der Oeffnungen, sondern einzig und allein von der Höhe, der über diesen Oeffnungen stehenden Wassersäule, ab.

Hieraus folgt, daß die ganze oder die größte Wassermenge sich, wie auch immer die Oeffnung beschaffen seyn mag, zur wirklichen Ausflußmenge verhält, wie die Größe der ganzen Oeffnung, zu dem Querschnitte des zusammen gezogenen Wasserstrahles. Die Differenzen zwischen der größten und wirklichen Ausflußmenge stehen mit einander und daher auch mit den Größen der Oeffnungen selbst immer in demselben Verhältnisse, so daß wenn die Oeffnungen eine gleiche Länge haben, der Wasserverlust der Breite und bey einer gleichen Breite, der Länge proportional ist. [Was hier ganze oder größte Wassermenge heißt, wird von Bossut theoretische und von mir hypothetische Wassermenge genannt. Uebrigens ist der aufgestellte Satz nur als beinahe geltend anzunehmen. Weiter hinten §. 93. wird diejenige Wassermenge, welche ausströmte, wenn das Wasser mit der ganzen Geschwindigkeit, welche seiner Fallhöhe entspricht, die absolute oder natürliche, und die wirklich ausgeflossene, die relative oder wirkliche genannt. Die Benennung, theoretische oder natürliche Wassermenge, scheint nicht gut gewählt zu seyn, weil nur von einer eingebildeten Wassermenge die Rede ist.]

Nachricht.

Zur Bequemlichkeit der Leser sind hier Tabellen von den oben angeführten Versuchen beygefügt. Indeß ist zu bemerken, daß wenn man von irgend einem dieser Versuche Gebrauch machen will, man noch diejenigen Stellen nachsehen und damit vergleichen muß, wo selbiger besonders beschrieben und wo die Berichtigungen der Oeffnungen angegeben sind. Letzteres findet man in dem sechsten Abschnitte dieses Werkes. Denn manche Umstände lassen sich nicht füglich in das Verzeichniß aufnehmen, und ihre gänzliche Weglassung könnte hier und da zu Irrthümern Anlaß geben.

Erste Tafel,

der mit drey Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuchen.

Im obern Geschosse.

Zur Abkürzung und leichtern Uebersicht der Tabellen sey

A Die Gestalt und Größe der Oeffnung,
B Die Höhe des Wassers über dem Mittelpunct der Oeffnung,
C Die mit der Höhe zusammen gehörige Geschwindigkeit,
T Die in Minuten ausgedruckte Dauer der Versuche,
Q″ Die während des ganzen Versuches erhaltene Wassermenge in Cubikfuß ɩc. ausgedruckt,
Q′ Die in einer Minute erhaltene Ausflußmenge,
Q Die in einer Secunde erhaltene Ausflußmenge,
φ² Der durch Rechnung gefundene (Querschnitt) des zusammengezogenen Wasserstrahles.

No.	A	B	C	T	Q″	Q′	Q	φ²
1	Durch die quadratförmige Oeffnung.	6′ 7″ 4‴ 3⁗ 0′	19.11′.0″.0‴.	10′.	463c′.7z′.5b′.0c″.	46c′.4z′. 4b′.0c″	0c′.9z′.3b′.3c″.0z″.	5□″.7z″.0□‴.0z‴.
2		6. 7. 4. 3.	19.11. 0. 0.	10′.	463. 7. 3. 0.	46. 4. 4.	0. 9. 3. 3. 0.	5. 7. 0.
3		6.10. 2. 8.	20. 3. 3. 8.	12′.	566. 5. 6. 3.	47. 2. 5. 6.	0. 9. 5. 3. 0.	5. 7. 0. 7.
4		6. 9. 7. 3.	20. 2. 4. 9.	12′.	565. 11. 6. 0.	47. 1. 11. 6.	0. 9. 5. 2. 3.	5. 7. 2. 11.
5	Durch die viereckige Röhre.	6.11. 6.10.	20. 5. 3. 6.	10′.	624. 1.11.	62. 4. 11. 8/15.	1. 0. 5. 9. 3/4.	7. 3. 11. 3.
6		6. 10. 3. 9.	20. 3. 5. 3.	10′.	620. 1. 9.	62. 0. 2. 1/15.	1. 0. 4. 10.	7. 4. 0. 5.
7	Durch die kreisförmige Oeffnung.	6. 8. 4. 6.	20. 0. 6. 8.	15′.	542.10. 6. 6.	36. 2. 3. 8.	0. 7. 2. 10. 4.	4. 4. 0. 0.
8		6. 8. 3. 6. 4.	20. 0. 5. 3.	15′.	543.10. 7.	36. 3. 1. 3.	0. 7. 3. 0. 3.	4. 4. 0. 0.
9	Durch die cylindrische Röhre.	6. 8. 5. 2. 6.	20. 0. 7. 9.	12′.	600. 0.11.	50. 0. 0.11.	0.10. 0. 0. 2.	5. 11. 9. 9.
10		6. 8. 6.10. 6.	20. 0.10. 3.	12′.	597. 0. 9. 6.	49. 9. 0. 9.	0. 9.11. 4. 11.	5. 11. 4. 8.
11	Durch die quadratf. Oeffnung u. zugleich durch den cycloidalischen Ansaz.	6. 7. 9. 9.	19.11. 8. 0.	7′.	491. 8. 5.	70. 2. 11. 0.	1. 2. 0. 7. 0.	8. 5. 4. 0.
12		6. 7. 7. 1.	19.11. 4. 0.	7′.	491. 8. 5.	70. 2. 11. 0.	1. 2. 0. 7.	8. 5. 5. 1.
13	Durch den cycloidal. Ansaz u. zugl. durch die viereckige Röhre.	6. 9.10. 8.	20. 2. 9. 8.	8′.	584. 0. 5.	73. 0. 0. 1/2.	1. 2. 7. 2.	8. 7. 10. 1.
14		6.10. 6. 3.	20. 3. 9. 0.	6′.	438. 6. 2. 6.	73. 1. 0. 5.	1. 2. 7. 4. 10.	8. 7. 7. 6.

Fort-

Fortsetzung der ersten Tafel

der mit drey Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuche.

Im zweyten Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q''	Q'	Q	φ^2
15	Durch die quadratförmige Oeffnung.	11'. 8''. 1''' 6'''' 0v	26. 5. 7. 0.	8'. 30''	516c'. 9s'. 5b' 6c''	60c'. 9s'. 7b' 00''	1c'. 0s'. 1b'. 11c'' 0s''	5f''. 6f'''. 24'''. 0''''
16		11. 8. 5. 10. 9.	26. 6. 0. 0.	9'. 30''	578. 0. 0.	60. 10. 1. 3	1. 0. 2. 0. 3.	5. 6. 1.
17		11. 9. 0. 6.	26. 6. 8. 0.	8'.	489. 8. 4.	61. 2. 6. 6.	1. 0. 2. 10. 10.	5. 6. 4.
18		11. 9. 11. 10.	26. 7. 8. 9.	9'. 30''	581. 6. 1. 9.	61. 2. 6. 6.	1. 0. 2. 10. 10.	5. 6. 1. 11.
19		11. 9. 5. 7. 4.	26. 7. 1. 9.	9'.	551. 4. 10. 9.	61. 3. 2. 6.	1. 0. 3. 0. 6.	5. 6. 4. 1.
20		11. 9. 9. 10.	26. 7. 6. 7.	10'.	612. 1. 5.	61. 2. 6. 6.	1. 0. 2. 10. 11.	5. 6. 2. 5.
21	Durch die viereckige Röhre.	11. 7. 1. 0.	26. 4. 5. 4.	7'. 30''	501. 0. 8.	79. 2. 5. 10. j.	1. 5. 10. 1. 2.	7. 2. 6.
22		11. 5. 10. 7.	26. 3. 1.	7'.	553. 11. 0.	79. 1. 7.	1. 3. 9. 11.	7. 2. 9. 6.
23	Durch die kreisförmige Oeffnung.	11. 8. 5. 3.	26. 6. 0.	12'.	573. 5. 9. 9.	47. 9. 5. 9. 9.	0. 9. 6. 8. 4.	4. 3. 11. 3.
24		11. 7. 1.	26. 4. 5. 4.	12'.	570. 11. 8. 6.	47. 6. 11. 8. 6.	0. 9. 6. 2. 4.	4. 5. 11. 7.
25	Durch die cylindrische Röhre	11. 8. 10. 8. 8.	26. 6. 6.	9'.	501. 6. 8. 3.	66. 0. 8. 11.	1. 1. 2. 6. 7.	5. 11. 9. 2.
26		11. 8. 7. 9.	26. 6. 1. 7.	8'.	529. 3. 11. 9.	66. 1. 11. 11.	1. 1. 2. 9.	5. 11. 10. 3.
27	Durch die quadratförmige Oeffnung und zugleich mit einem cycloidalischen Ansatze verbunden.	11. 8. 11. 1.	26. 6. 6.	6'.	539. 10. 5.	89. 11. 9.	1. 5. 11. 11.	8. 1. 7.
28		11. 8. 6. 9.	26. 6. 1.	6'.	550. 10. 10. 6.	91. 9. 9. 9.	1. 6. 4. 4. 4.	8. 3. 9.
29		11. 8. 4. 7.	26. 5. 11.	6'.	553. 11. 0.	92. 3. 10.	1. 6. 5. 7.	8. 4. 3. 1.
30		11. 8. 6. 1.	26. 6. 0.	6'.	553. 11. 0.	92. 3. 10.	1. 6. 5. 7.	8. 4. 4.
31		11. 8. 10. 9. ½.	26. 6. 6.	5'.	461. 7. 2.	92. 3. 10.	1. 6. 5. 7.	8. 4. 2. 1.
32		11. 8. 6. 11.	26. 6. 1. 8.	7'.	642. 2. 8.	91. 8. 11. 5.	1. 6. 4. 2. 3.	8. 3. 8.
33	Durch den cycloidalischen Ansatz und zugleich durch eine viereckige Röhre.	11. 8. 11. 0.	26. 6. 6.	5'. 30''	527. 9. 11.	95. 11. 7. 5.	1. 7. 2. 4.	8. 8. 1. 1.
34		11. 9. 1. 9. ¾.	26. 6. 9. 6.	5'.	479. 7. 11.	95. 11. 2. 2.	1. 7. 2. 2.	8. 7. 11.
35		11. 9. 5. 9. ¾.	26. 7. 2.	5'.	479. 7. 11.	95. 11. 2. 2.	1. 7. 2. 2.	8. 7. 10. 6.
36	Durch den cycloidal. Ansatz und zugleich durch die cylindrische Röhre.	11. 8. 3. 6.	26. 5. 9. 10.	7'.	509. 9. 2.	72. 9. 10. ¼.	1. 2. 6. 9. 7.	6. 7. 2.
37		11. 10. 9. 5.	26. 8. 7.	7'. 45''	555. 11. 1.	71. 8. 9.	1. 2. 4. 1.	6. 5. 4.

Fortsetzung der ersten Tafel

der mit drey Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuche.

Im untersten Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q″	Q′	Q	Φ′
38	Durch die quadratförmige Oeffnung	21′. 8″. 3‴. 6⁗. 0^v.	36′. 0″. 11‴. 0⁗.	5′.	415c′. 5c″. 3c‴. 0c⁗.	83′. 1″. 0‴. 10⁗.	1′. 4″. 7‴. 4⁗. 0^v.	5′. 6″. 4‴. 0⁗. 11^v.
39		21. 9. 10. 5.	36. 2. 2.	5.	417. 5. 4.	83. 5. 10. ½.	1. 4. 8. 4.	5. 6. 5. 0. 0.
40		21. 8. 11. 10.	36. 1. 5. 9.	6.	499. 8. 9.	83. 3. 5. 6.	1. 4. 7. 10.	5. 6. 4. 10.
41		21. 8. 7. 0.	36. 1. 1. 9.	6.	499. 2. 8. 9.	83. 2. 5. 6. 6.	1. 4. 7. 8. 3.	5. 6. 4. 7.
42		21. 8. 8. 11. 1.	36. 1. 3. 4.	7.	584. 0. 3.	83. 5. 2. 1. 8.	1. 4. 8. 2. 10.	5. 6. 6. 7.
43	Durch die viereckige prismatische Röhre.	21. 7. 8. ½.	36. 0. 4. 10.	5.	549. 10. 10.	109. 11. 9. ½.	1. 9. 11. 11. ¾.	7. 5. 10. 10.
44		21. 7. 7. 8. ½.	36. 0. 4. 4.	5.	548. 10. 9. 6.	109. 9. 4. 3.	1. 9. 11. 5.	7. 3. 9. 0.
45	Durch die kreisförmige Oeffnung.	21. 7. 4. 4. 6.	36. 0. 1. 7.	8.	521. 3. 7. 9.	65. 1. 11. 5.	1. 1. 0. 4. 8.	4. 4. 1. 0.
46		21. 7. 2. 6.	36. 0. 0.	8.	520. 9. 7. 6.	65. 1. 2. 5. 3.	1. 1. 0. 2. 10.	4. 4. 1. 0.
47	Durch die cylindrische Röhre.	21. 9. 4. 5. ½.	36. 1. 9. 8.	7.	628. 2. 1. 0.	89. 8. 10. ½.	1. 5. 11. 4.	5. 11. 5. 10.
48		21. 9. 11. 7. ½.	36. 2. 3. 7.	7.	627. 2. 0. 6.	89. 7. 1. 9.	1. 5. 11. 0. 4.	5. 11. 3. 6.
49	Durch den cycloidalischen Ansatz.	21. 6. 8. 6.	35. 11. 7.	4′.	507. 9. 1.	126. 11. 3.	2. 1. 4. 8.	8. 5. 8.
50		21. 6. 8. 8.	35. 11. 7.	4′. 15″	541. 10. 6.	127. 6. 0.	2. 1. 6. 0.	8. 6. 1.
51	Mit einer viereckigen prismatischen Röhre verbunden.	21. 7. 8. ½.	36. 0. 5. 4.	5.	644. 2. 9.	128. 10. 1. 9.	2. 1. 9. 2. ½.	8. 6. 11.
52		21. 9. 5. 9.	36. 1. 10. 9.	4.	520. 9. 7. 6.	130. 2. 4. 10.	2. 2. 0. 5.	8. 7. 8. 5.
53	Durch den größern cycloidalischen Ansatz.	21. 7. 4.	35. 11. 6.	4′. 15″	549. 10. 10.	129. 4. 8.	2. 1. 10. 6. ½.	8. 7. 7. 6.
54		21. 7. 6.	36. 0. 3.	4′. 15″	553. 11. 0.	130. 4. 0.	2. 2. 0. 9. ½.	8. 8. 2. 6.
55		21. 8. 8. 8.	36. 1. 2.	4′. 20″	566. 11. 6. 6.	130. 10. 0. 7.	2. 2. 2. 0.	8. 8. 4. 8.
56		21. 6. 7. 3.	35. 11. 7.	4′. 30″	587. 0. 4. 6.	130. 5. 5.	2. 2. 1. 1.	8. 8. 5. 6.
57	Durch den größern cycloidal Ansatz und zugleich durch eine viereckige pr. Röhre	21. 5. 8. 10.	35. 10. 9.	4′.	521. 9. 8.	130. 5. 5.	2. 2. 1. 1. 0.	8. 8. 8.
58		21. 4. 10. 1.	35. 10. 0. 4.	4′.	504. 8. 11. 6.	126. 2. 2. 10. 6.	2. 1. 2. 10. $\frac{7}{10}$.	8. 5. 4. 8.
59		21. 5. 0. 6.	35. 10. 2. 4.	4′. 30″	580. 6. 1. 3.	129. 0. 0. 3. 4.	2. 1. 9. 7. $\frac{3}{4}$.	8. 7. 7.
60		21. 5. 10. 11.	35. 10. 11. 0.	4′. 30″	582. 6. 2. 3.	129. 5. 4. 6.	2. 1. 10. 8.	8. 7. 9. 9. 10.

Zweyte Tafel

der mit zwey Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuche.

Im obern Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q'	Q''	Q	Φ'
61 62	Durch die quadratförmige Oeffnung.	6'. 7'' 8''' 0'''' 0v 6. 7.11.10. $\frac{3}{4}$.	19'.11''.6'''.0''''. 19.11.11.	15'. 15'.	329c'.9z'.8l'.5c''. 327. 9. 7. 4.	21c' 11z' 10l' 2c'' 21. 10. 2.11.	0c'.4z'.4l'.9c''.2z''. 0. 4. 4. 5. 4.	2l''. 7l'''. 8l'''' 0l''''' 2. 7. 6.
63 64	Durch die quadratf. Oeffnung in einer dünnen Platte.	6. 8.10. 0. 6.11. 3. 7.	20. 1. 2.11. 20. 4.10. 9.	30'. 30'.	606. 1. 2. 0. 616. 1. 7.	20. 2. 5. 3. 20. 6. 5. 5.	0. 4. 0. 5. 10. 0. 4. 1. 3. 6.	2. 4. 11. 3. 2. 4. 11. 9.
65 66 67 68	Durch die viereckige prismatische Röhre.	6. 7. 1. 1. $\frac{1}{4}$. 6. 7. 2. 3. $\frac{1}{2}$. 6.10.10. $\frac{3}{4}$. 6. 9. 6. 8. $\frac{1}{2}$.	19.10. 7. 8. 19.10. 9. 5. 20. 4. 3. 2. 20. 2. 3.10.	20'. 10'. 20'. 20'.	555.11. 1. 278. 5. 6. 9. 580. 0. 1. 0. 573.11. 6.	27. 9. 6. $\frac{1}{2}$. 27. 10. 1.10. 29. 0. 0. $\frac{7}{11}$. 28. 2. 4. 6.	0. 5. 6. 8. $\frac{2}{3}$. 0. 5. 6. 9. 11. 0. 5. 9. 7. 5. 0. 5. 7. 8. $\frac{1}{15}$.	3. 4. 3. 0. 3. 4. 3. 3. 5. 0. 4. 3. 4. 2. 7.
69 70	Durch die kreisförmige Oeffnung.	6. 9. 5. 1. 4. 6. 8.10. 2.	20. 2. 1. 6. 20. 1. 3. 2.	30'. 30'.	488. 8. 5. 6. 488. 2. 3. 3.	16. 3. 5. 8. 16. 3. 3. 4.	0. 3. 3. 1. 2. 0. 3. 3. 0. 8.	1. 11. 3. 1. 11. 3. 8.
71 72	Durch die cylindrische Röhre.	6. 9.11. 9. $\frac{3}{4}$. 6. 7. 6. 7. 2.	20. 2.11. 5. 19.11. 3.11.	25'. 25'.	515.10. 8. 0. 536.10. 3. 6.	21. 10. 0. 4. 21. 5. 8. 4.	0. 4. 4. 4. 10. 0. 4. 3. 6. 5.	2. 7. 0. 8. 2. 7. 0. 1.

Im mittlern Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q'	Q''	Q	Φ'
73 74 75 76	Durch die quadratförmige Oeffnung.	11. 5. 1. 4. 11. 4. 3. $\frac{1}{2}$. 11. 9. 6. 0. 11.10. 1. 9.	26. 2. 2. 26. 1. 3. 26. 7. 2. 26. 7. 11.	15'. 15'. 15'. 15'.	423. 5. 7. 0. 421. 5. 6. 0. 426. 5. 8. 6. 426. 5. 8. 6.	28. 2. 9. 3. 28. 1. 2. 28. 5. 2. 2. 28. 5. 2. 2.	0. 5. 7. 9. 0. 5. 7. 5. 0. 5. 8. 2. 10. 0. 5. 8. 2. 10.	2. 7. 0. 2. 7. 0. 2. 6. 9. 2. 6. 8.
77	Durch die zum obern Geschosse gehörige Oeffnung.	11. 6. 9. 5.	26. 4. 1. 3.	20'.	574. 11. 10. 6.	28. 8. 11. 11.	0. 5. 8. 11. 11.	2. 7. 5.
78 79 80 81	Durch d. quad. Oeffn. in einer dünnen Platte	11. 8. 0. 8. 11. 9. 0. 3. 5. 11. 9. 4. 1. 6. 11.10. 1. 6.	26. 5. 6. 7. 26. 6. 7. 9. 26. 7. 0. 1. 26. 7. 10. 8.	20'. 21'. 20'. 20'.	531. 10. 1. 0. 561. 5. 3. 9. 535. 10. 3. 0. 538. 10. 4. 6.	26. 7. 1. 3. 26. 8. 9. 10. 26. 9. 6. 1. 26.11. 3. 10.	0. 5. 3. 10. 0. 6. 4. 1. 11. 0. 5. 4. 5. 7. 0. 5. 4. 7. 11.	2. 4. 11. 4. 2. 5. 0. 0. 2. 5. 0. 3. 2. 5. 1. 4.

Fortsetzung der zweyten Tafel

der mit zwey Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuchen.

Im mittlern Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q″	Q′	Q	Φ²
82	Durch die viereckige prismatische Röhre.	11′. 9″. 3‴. 11⁗. 0v	26. 6. 8‴ 6⁗	10′.	371c. 3′. 5″. 0‴	37c. 1′. 6″. 6‴.	0c. 7e. 5b. 10d. 2/10.	3′. 4″. 3‴. 0⁗.
83		11. 9. 4. 2. 6.	26. 7. 0.	12′.	445. 6. 6.	37. 1. 6. 6.	0. 7. 5. 1. 4.	3. 4. 2. 0.
84		11. 7. 5. 9.	26. 4. 10.	15′.	553. 11. 0.	36.11. 1. 1/4	0. 7. 4. 7. 11/12.	3. 4. 3. 4.
85		11. 7. 5. 5. 7.	26. 4. 10.	16′.	592. 0. 7.	37. 0. 0. 5.5.	0. 7. 4. 9. 11/18.	3. 4. 4. 4.
86		11. 2. 6. 2.	25. 11. 2. 6.	16′.	578. 0. 0.	36. 1. 6.	0. 7. 2. 8.	3. 4. 1. 5.
87	Durch die kreisförmige Oeffnung.	11. 8. 8. 2. 9.	26. 6. 3. 2.	28′.	589. 6. 5. 9.	21. 0. 7. 11.	0. 4. 2. 6. 4.	1. 10. 10. 5.
88		11. 8. 8. 2. 9.	26. 6. 3. 2.	28′.	589. 6. 5. 9.	21. 0. 7. 11.	0. 4. 2. 6. 4.	1. 10. 10. 5.
89	Durch die cylindrische Röhre.	11.11. 6. 3. 1/2.	26. 9. 5. 6.	20′.	582. 0. 2. 0.	29. 1. 2. 6.	0. 5. 9.10. 1.	2. 7. 3. 4.
90		11. 8.11. 1. 1/2.	26. 6. 6. 6.	20′.	574. 11.10. 6.	28. 8.11. 11.	0. 5. 8.11. 11.	2. 7. 2. 3.

Im untersten Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q″	Q′	Q	Φ²
91	Durch die quadratförmige Oeffnung.	21. 5. 3. 7. 9.	35.10. 4.	10′.	585. 4. 0.	38. 6. 5.	0. 7. 8. 6.	2. 6. 11.
92		21. 5. 4.	35.10. 5.	14′.	537. 10. 4.	38. 5. 0. 3/4.	0. 7. 8. 3.	2. 6. 10.
93		21.10. 9. 9. 1/2.	36. 3. 0.	10′.	587. 4. 1.	38. 8. 9. 1/10.	0. 7. 8. 5. 12/100.	2. 6. 9.
94	Durch die quadratförmige Oeffnung in einer dünnen Platte.	21. 8. 9. 8. 5.	36. 1. 4.	15′.	544. 10. 7. 6.	36. 3.10.10.	0. 7. 3. 2. 3.	2. 4. 11. 7. 10.
95		21. 7. 3. 8.	36. 0. 1.	15′.	543. 10. 7.	36. 3. 1. 3.	0. 7. 3. 0. 3.	2. 5. 0. 0.
96		21. 8. 0. 4. 1/2.	36. 0. 8. 3.	15′.	517. 4. 8. 9.	36. 5.10.11.	0. 7. 3. 7.	2. 5. 1. 9.
97		21.11. 5. 2. 1/2.	36. 3. 6. 1.7.	15′.	551. 4. 10. 9.	36. 9. 1. 6.	0. 7. 4. 3.	2. 5. 2. 0.
98	Durch die viereckichte Röhre.	21. 9. 1. 5.	36. 1. 7. 1.	12′.	605. 1. 1. 6.	50. 5. 1. 1. 6.	0.10. 1. 0. 3.	3. 4. 2.
99		21. 9. 3. 7. 6.	36. 1. 8.11.8.	12′.	598. 0. 10.	49.10. 0.10.	0. 9.11. 7. 4.	3. 3. 8. 6.
100		21. 8. 5. 7. 6.	36. 1. 0. 8.	12′.	594. 0. 8.	49. 6. 0. 8.	0. 9.10. 9. 8.	3. 3. 6. 1.
101	Durch die kreisförmige Oeffnung.	21.10.10. 6.	36. 3. 0. 7.	20′.	575. 5. 10. 9.	28. 9. 3. 6.	0. 5. 9. 0. 8.	1.10. 10. 3.
102		21. 7. 4. 7.	36. 0. 2.	20′.	572. 11. 9. 6.	28. 7. 9. 5.	0. 5. 8. 9.	1.10. 10.10.
103	Durch die cylindrische Röhre.	21. 5.11. 9. 9.	35.10.11. 9.9.	16′.	624. 1. 11.	39. 0. 1. 5.	0. 7. 9. 7. 6.	2. 7. 3. 4.
104		21.10. 9. 5. 4.	36. 2.11. 6.	16′.	628. 8. 1. 3.	39. 3. 6. 1.	0. 7.10. 3. 7.	2. 7. 2. 7.

Dritte Tafel

der mit einen Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuche.

Im obern Geschoße.

No.	A	B	C	T	Q''	Q'	Q	Φ
105	Durch die quadratförmige Oeffnung.	6'. 9''. 1'''.	20'. 1''. 7'''.	30'.	1580'. 6''. 7b'.	5c'. 3c'. 5b''. 0c''.	0c'. 1c'. 0b'. 8c''. 4c''.	0q''. 7c''. 6q'''. 8r'''.
106	Durch die quadratf. Oeffnung in einer dünnen Platte.	6. 8. 11. 5.	20. 1. 4. 9.	60'.	306. 0. 8. 6.	5. 1. 2. 6.	0. 1. 0. 2. 11.	0. 7. 5. 7. 7.
107	Durch die viereckige prismatische Röhre.	6. 10. 5.	20. 5. 4. 2.	20'.	134. 11. 7. 5.	6. 8. 11. 9.	0. 1. 4. 2. 4.	0. 9. 7. 0.
108		6. 7. 7.	19. 11. 4. 5.	30'.	200. 8. 4.	6. 8. 5. 4.	0. 1. 4. 0. 8.	0. 9. 7. 10.
109		6. 8. 6. 7.	20. 0. 9. 10.	40'.	268. 11. 2.	6. 8. 8. 2.	0. 1. 4. 1. 7.	0. 9. 7. 9. 4.
110	Durch die kreisförmige Oeffnung.	6. 10. 6. 11.	20. 5. 10.	60'.	247. 4. 5. 5.	4. 1. 5. 8.	0. 0. 9. 10. 9.	0. 5. 10. 1.
111	Durch die cylindrische Röhre.	6. 9. 8.	20. 2. 6.	41'.	213. 8. 10. 6.	5. 2. 6. 9.	0. 1. 0. 6. 1.	0. 7. 5. 1. 10.

Im zweyten Geschoße.

No.	A	B	C	T	Q''	Q'	Q	Φ
112	Durch die quadratf. Oeffn.	11. 10. 8. 1. ½.	26. 8. 6.	24'.	163. 9. 6.	6. 9. 9. 5.	0. 1. 4. 4. 5.	0. 7. 4. 2.
113	Durch die quadratf. Oeffnung in einer dünnen Platte.	11. 9. 8.	26. 7. 4. 6.	50'.	336. 1. 11. 6	6. 8. 8. 2.	0. 1. 4. 1. 8.	0. 7. 5. 5. 5.
114		11. 9. 8.	26. 7. 4. 6.	40'.	268. 11. 2.	6. 8. 8. 2.	0. 1. 4. 1. 8.	0. 7. 5. 5. 3.
115	Durch die viereckige prism. Röhre.	11. 10. 5.	26. 8. 0. 4.	20'.	178. 7. 5.	8. 11. 2.	0. 1. 9. 5. ½.	0. 9. 7. 8.
116		11. 9. 7. 10.	26. 7. 4. 5.	45'.	403. 4. 9.	8. 11. 6. ½.	0. 1. 9. 6.	0. 9. 8. 4.
117		11. 9. 4.	26. 7. 0.	30'.	264. 11.	8. 9. 11. ½.	0. 1. 9. 2. 4.	0. 9. 6. 9. 7.
118	Durch d. kreisf. Oeffng.	11. 8. 11. 10.	26. 6. 7. 5.	60'.	324. 1. 5. 6.	5. 4. 9. 11.	0. 1. 0. 11. 7.	0. 5. 10. 5.
119	Durch die cylindrisch. Röhre.	11. 8. 9. 0.	26. 6. 4. 1.	40'.	275. 11. 5. 6.	6. 10. 9. 5.	0. 1. 4. 6. 8.	0. 7. 5. 10. 5.
120		11. 9. 9. 11. 2.	26. 7. 6. 8.	50'.	348. 2. 5. 6.	6. 11. 6. 10.	0. 1. 4. 8. 7.	0. 7. 6. 4. 6.

Fortsetzung der dritten Tafel
der mit einen Zoll weiten Oeffnungen angestellten Versuche.

Im untern Geschosse.

No.	A	B	C	T	Q''	Q'	Q	Φ²
121	Durch die quadratförmige Oeffnung.	21'. 6'' 1''' 0'''' 0v	35'. 11''. 0'''. 0''''	60'.	562c'. 11s'. 4b'. 6c''	9s'. 4s'. 7b'. 0c''.	0c'. 1s'. 10b'. 6c''. 0s'	0c'. 7s'. 6b'. 3c''. 0b'''
122		21. 9. 1. 1.	36. 1. 6.	30'.	283. 11. 9. 6.	9. 5. 7. 1.	0. 1. 10. 8. 8.	0. 7. 6. 6.
123	Durch die quadratförmige Oeffnng. in einer dünnen Platte.	21. 8. 9. 9.	36. 1. 4. 1.	40'.	363. 9. 1. 9.	9. 1. 1. 7.	0. 1. 9. 10. 0.	0. 7. 3. 0. 8.
124		21. 9. 1. 9.	36. 1. 7. 5.	40'.	363. 9. 1. 9.	9. 1. 1. 7.	0. 1. 9. 10.	0. 7. 2. 11. 9.
125		21. 11. 3.	36. 3. 4. 4.	40'.	366. 3. 2. 6.	9. 1. 10. 7.	0. 1. 9. 11. 8.	0. 7. 3. 2. 8.
126	Durch die viereckige prismatische Röhre.	21. 9. 11. 4.	36. 2. 3. 4.	12'.	243 10. 1. 6.	12. 2. 3. 8.	0. 2. 5. 5. 2.	0. 9. 8. 5.
127		21. 6. 5.	35. 11. 2. 6.	30'.	365 5. 2.	12. 2. 1. 5.	0. 2. 5. 2. 8.	0. 9. 9. 1.
128		21. 9. 4.	36. 1. 9. 3.	30'.	353. 2. 8.	11. 9. 3. 6.	0. 2. 4. 5. 1.	0. 9. 4. 6. 10.
129	Durch die kreisförmige Oeffnung.	22. 0. 2. 6.	36. 4. 1. 10.	60'.	444. 6. 5. 6.	7. 4. 10. 11.	0. 1. 5. 9. 5.	0. 5. 10. 5.
130	Durch die cylindrische Röhre.	21. 9. 7. 1. 6.	36. 1. 11. 10.	30'.	283. 6. 9. 3.	9. 5. 4. 9.	0. 1. 10. 8. 1.	0. 7. 6. 3. 6.

Fünfter Abschnitt.

Es wird sowohl aus den Versuchen als aus bloßen Principien der Mechanik erwiesen, daß die Geschwindigkeiten des aus den im Boden und zur Seite der Gefäße gemachten Oeffnungen ausströmenden Wassers, sich wie die Quadratwurzeln des Druckes oder der Wasserhöhen über den Oeffnungen verhalten.

Da die Zuverläßigkeit der Principien nicht weniger den Grund, als den einzigen und sichern Weg, zur Erweiterung der Wissenschaften und zur Vervollkommnung aller nützlichen der menschlichen Gesellschaft unentbehrlichen Künste ausmacht, und unter diesen die Wissenschaft von den Bewegungsgesetzen des Wassers gewiß eine der vornehmsten ist; so ist die Sicherstellung ihrer Principien gewiß ein Gegenstand von einer zu großen Wichtigkeit, als daß man die Freunde derselben, ungeachtet aller Schwierigkeiten nicht aufmuntern sollte, von ihrer Seite gemeinschaftlich dazu beyzutragen, diesen Principien denjenigen Grad der Gewißheit zu verschaffen, dessen sie noch bedürftig sind.

Das erste Fundamentalprincip betrifft das Gesetz der Geschwindigkeit, womit das Wasser aus den im Boden oder zur Seite gemachten Oeffnungen der Gefäße ausströmt, worin es in verschiedenen Höhen befindlich ist. Die meisten unter den neuern Schriftstellern legen hierbey das Verhältniß der Quadratwurzeln aus den Höhen zum Grunde. Sie glauben sich dazu nicht nur durch viele Erfahrungen, welche damit genau genug übereinstimmen, sondern auch durch gute, wiewohl nicht evidente Gründe berechtiget, eingedenk, daß bey physicalischen Materien eine strenge Demonstration nicht immer Statt finden kann. Ja man muß sich bisweilen bloß mit Versuchen begnügen, welche unter gleichen Umständen wiederholentlich angestellt, mit einander übereinstimmig, gefunden werden; und zwar um so viel mehr, wenn aus den übereinstimmigen Versuchen einige Funken von Wahrheit hervorstrahlen, die ihre Annahme begünstigen.

Alles dieses und noch mehr erhält man vermittelst unserer Versuche, welche sowohl wegen der Anzahl, als auch ihrer Beschaffenheit alle diejenigen, welche vor uns angestellt sind, weit — übertreffen. Allein dasjenige, was besonders einem mathematischen Kopfe Befriedigung gewähret, erhält man vermittelst deutlicher und gründlicher Vernunftschlüsse, welche nach meinem Bedünken, jedem der die Wahrheit zu erforschen und zu befolgen wünscht, stets allen Zweifel benehmen müssen. Und obgleich ich mir vorgenommen habe, mich noch über verschiedene andere Materien in diesem Werke auszudehnen; so würde es doch, selbst dann wenn es nur diesen einzigen Gegenstand umfaßte, den Beyfall derjenigen verdienen, welche sich mit dieser Wissenschaft beschäftigen und dieser würde für mich, eine meine geringe Mühe weit überwiegende Belohnung seyn.

§. 63.

Um aber diese Wahrheit in ihrem ganzen Lichte zu zeigen, so wollen wir hier jetzt bloß diejenigen Versuche anführen, in welchen wegen der Gleichheit der Oeffnungen und der Umstände, die durchaus gleich sind, keine Bedenklichkeit vorkommen kann. Daher wollen wir zuerst den, in den drey Geschossen vorkommenden Wasserstrahl durch die kreisförmige Oeffnung betrachten, die in eine dünne Platte deren ganze Dicke eine halbe Linie beträgt, eingeschnitten und inwendig in der quadratförmigen Oeffnung der festen Platte angebracht ist.

Wasserstrahlen durch kreisförmige Oeffnungen von drey Zollen im Durchmesser.

Aus dem obern,	mittlern	und untern Geschoffe.
$4^{q''}.\ 4^{r''}.\ 0^{q'''}.$	$4^{q''}.3^{r''}.11^{q'''}.3^{r'''}.$	$4^{q''}.\ 4^{r''}.\ 1^{q'''}.$
4. 4. 0.	4. 3. 11. 7.	4. 4. 1.

Wasserstrahlen durch die cylindrische, acht Zoll lange Röhre von drey Zollen im Durchmesser.

Aus dem obern	mittlern	und untern Geschoffe.
$5^{q''}.11^{r''}.9^{q'''}.9^{r'''}.$	$5^{q''}.11^{r''}.8^{q'''}.2^{r'''}.$	$5^{q''}.11^{r''}.5^{q'''}.10^{r'''}.$
5. 11. 4. 8.	5. 11. 10. 3.	5. 11. 3. 6.

Wasserstrahlen durch die in einer dünnen Platte gemachte quadratförmige Oeffnung von zwey Zollen in der Seite.

Aus dem obern	mittlern	und untern Geschoffe.
$2^{q''}.4^{r''}.11^{q'''}.3^{r'''}.$	$2^{q''}.4^{r''}.11^{q'''}.4^{r'''}.$	$2^{q''}.4^{r''}.11^{q'''}.7^{r'''}.10^{q^{iv}}.$
2. 4. 11. 9.	2. 5. 0. 0.	2. 5. 0. 0.
	2. 5. 0. 3.	2. 5. 1. 9.
	2. 5. 1. 4.	2. 5. 2. 0.

Was-

Wasserstrahlen durch die viereckige, acht Zoll lange, zwey Zoll in der Seite haltenden Röhre.

Aus dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$3^{q\,II}.\ 4^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 0^{r\,III}.$	$3^{q\,II}.\ 4^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 0^{r\,III}.$	$3^{q\,II}.\ 4^{r\,II}.\ 2^{q\,III}.\ 0^{r\,III}.$
3. 4. 3. 0.	3. 4. 2. 0.	3. 3. 8. 6.
3. 5. 0. 4.	3. 4. 3. 4.	3. 3. 6. 1.
3. 4. 2. 7.	3. 4. 4. 4.	
	3. 4. 1. 5.	

Wasserstrahlen durch die kreisförmige, in einer dünnen Platte gemachte Oeffnung, von zwey Zollen im Durchmesser.

Aus dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$1^{q\,II}.\ 11^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 0^{r\,III}.$	$1^{q\,II}.\ 10^{r\,II}.\ 10^{q\,III}.\ 5^{r\,III}.$	$1^{q\,II}.\ 10^{r\,II}.\ 10^{q\,III}.\ 3^{r\,III}.$
1. 11. 3. 8.	1. 10. 10. 5.	1. 10. 10. 10.

Wasserstrahlen durch die cylindrische, im Ganzen acht Zoll lange Röhre von zwey Zollen im Durchmesser.

Aus dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$2^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 0^{q\,III}.\ 8^{r\,III}.$	$2^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 4^{r\,III}.$	$2^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 4^{r\,III}.$
2. 7. 0. 1.	2. 7. 2. 3.	2. 7. 2. 7.

Wasserstrahlen durch die quadratförmige, einen Zoll weite, in einer dünnen Platte gemachte Oeffnung.

Aus dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$0^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 7^{r\,III}.\ 7^{q\,IV}.$	$0^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 3^{r\,III}.$	$0^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 3^{q\,III}.\ 0^{r\,III}.\ 8^{q\,IV}.$
	0. 7. 3. 3.	0. 7. 2. 11. 9.
		0. 7. 3. 2. 8.

Wasserstrahlen durch die viereckigen, im Ganzen acht Zoll lange und einen Zoll weite Röhre.

Aus dem obern,	mittlern,	und untern Geschosse.
$0^{q\,II}.9^{r\,II}.7^{q\,III}.0^{r\,III}.0^{q\,III}.$	$0^{q\,II}.\ 9^{r\,II}.\ 8^{q\,III}.\ 4^{r\,III}.$	$0^{q\,II}.9^{r\,II}.9^{q\,III}.1^{r\,III}.0^{q\,IV}.$
0. 9. 7. 10. 0.	0. 9. 7. 8.	0. 9. 8. 5. 0.
0. 9. 7. 9. 4.	0. 9. 6. 9.	0. 9. 4. 6. 10.

Wasserstrahlen durch die kreisförmige, in einer dünnnen Platte gemachte Oeffnung von einem Zoll im Durchmesser.

Aus dem obern,	mittlern,	und untern Geschosse.
$0^{q\,II}.\ 5^{r\,II}.\ 10^{q\,III}.\ 1^{r\,III}.$	$0^{q\,II}.\ 5^{r\,II}.\ 10^{q\,III}.\ 3^{r\,III}.$	$0^{q\,II}.\ 5^{r\,II}.\ 10^{q\,III}.\ 5^{r\,III}$

Wasserstrahlen durch die cylindrische im Ganzen acht Zoll langen Röhre, von einem Zolle im Durchmesser.

Aus dem obern,	mittlern,	und untern Geschosse.
$0^{q\,II}.7^{r\,II}.5^{q\,III}.1^{r\,III}10^{q\,IV}$	$0^{q\,II}.7^{r\,II}.6^{q\,III}.4^{r\,III}.6^{q\,IV}.$	$0^{q\,II}.7^{r\,II}.6^{q\,III}.3^{r\,III}.6^{q\,IV}.$
	0. 7. 6. 3. 6.	

Die so nahe Gleichheit der Wasserstrahlen, welche sich durch eine und eben dieselbe in verschiedenen Höhen angebrachte, Oeffnung, wo der Unterschied zwischen der untern und mittlern Höhe fünf, zwischen der mittlern und obern zehn und zwischen der untern und obern funfzehn Fuß beträgt, ergiebt; beweiset ganz augenscheinlich, daß man die kaum bemerkbaren Differenzen unter ihnen auf keine Weise der verschiedenen Druckhöhe oder Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers, sondern manchen andern Ursachen zuzuschreiben habe. So geben wir es gerne zu, daß eine derselben eine gewisse Unaufmerksamkeit von unserer Seite auf die höchste Genauigkeit bey Aufzeichnung der Maße oder Zeiten seyn könne. Eine andere liegt unfehlbar darin, daß man bey den Berechnungen nicht die Wurzelgrößen vermeiden kann und sich mit deren Annäherungen begnügen muß; und die Nothwendigkeit bisweilen einige kleine Größen wegzulassen, deren Berücksichtigung eines Theiles eine größere Genauigkeit der Producte wenig befördern und auf der andern Seite, die Berechnungen selbst beynahe unausführbar machen würde. Endlich

muß man bey einer so großen Mannigfaltigkeit von Operationen dieser Art, eine geometrische Genauigkeit nicht erwarten noch verlangen.

Diese Gleichheit der Wasserstrahlen zeigte sich auch in allen Versuchen, die mit größern Oeffnungen als diese, gemacht worden sind, welche wir aber hier nicht angeführt haben, um allen Verdacht oder Zweifel zu heben, den ihre scheinbare obgleich geringe Ungleichheit veranlassen könnte. Dieses ist eine unvermeidliche Folge davon, daß die Oeffnungen nicht völlig von gleicher Größe sind, und daß sie nicht allemahl ganz in dieselbe Lage gebracht werden können. Dieses wird sich da deutlich zeigen lassen, wo wir uns mit dem Verhältnisse des Flächeninhaltes zwischen den Oeffnungen und den ihnen zugehörigen Wasserstrahlen beschäftigen werden.

Nimmt man nun, wie es wirklich ist, gleiche Wasserstrahlen, bey ähnlichen, gleichen und bey den auf gleiche Art unter verschiedenen Höhen des Wassers angebrachten Oeffnungen, an; so folgt nothwendig, daß sich die Geschwindigkeiten des auslaufenden Wassers, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen über den Oeffnungen verhalten; indem die gleichen Wasserstrahlen nichts anders sind, als die gleichen Quotienten, welche entstehen, wenn man die verschiedenen Mengen des in gleichen Zeiten, aus gleichen Oeffungen ausgeflossenen Wassers mit Zahlen dividirt, die sich wie die Quadratwurzeln der über den Oeffnungen befindlichen Wassersäulen verhalten. Daher sind die hiervon abweichenden Resultate aus den verschiedenen Versuchen nichts anders, als eine bloße Folge von der verschiedenen Modification der aus einer andern Gestalt und Lage, der Ausflußöffnungen entspringenden Hindernisse.

Damit aber nicht der Umstand, daß wir die, den Mittelpuncten der Oeffnungen und nicht die, den Mittelpuncten der Geschwindigkeiten zugehörigen Höhen genommen haben, einige Schwierigkeiten veranlassen möge; so ist zu bemerken, daß dieses hier wie in allen ähnlichen nach (§. 9.) bestimmten Fällen, ohne eines bedeutenden Irrthums wegen, Gefahr zu laufen, geschehen kann. Auch wird es wohl noch weniger Anstoß finden, daß der Parameter sechzig Fuß und nicht nach Huygens Regel, sechzig Fuß und vier Zoll angenommen werden ist. Hiervon haben wir die Gründe bereits in (§. 8.) angeführt. Indeß wird der Beweis auch bey einer jeden andern Zahl für den Parameter bestehen, wenn man nur das von uns bey diesen Berechnungen beobachtete Verfahren beybehält. Denn dividirt man die ungleichen Wassermengen, welche gleiche Oeffnungen in gleichen Zeiten geben, durch die Divisoren von gedachter Art: so sind die Quotienten, d. h. die Wasserstrahlen allemahl gleich. Endlich wird sich auch noch in der Folge durch Versuche anderer Art eine Wahrheit bestätigen lassen, welche schon durch die theoretischen Untersuchungen eines Torricelli, Mariotte, Guglielmini, Newton, Bernoulli, Poleni und anderer berühmten Schriftsteller, viel Wahrscheinlichkeit erlangt hatte. Diese Männer haben zwar nicht unterlassen die nöthigen Versuche deshalb anzustellen, allein sie waren weder so zahlreich, noch gingen sie so ins Große als die unsrigen. Indeß sind für diesen Fall nicht viele mit einander übereinstimmende Versuche nöthig. Ein einziger, richtig gemachter Versuch, ist zur Ueberzeugung hinlänglich. Auch wenn man auf die Zusammenziehung des Wasserstrahles Rücksicht nimmt, so bleiben die Geschwindigkeiten des auslaufenden Wassers merklich eben dieselben, welche den schweren von gleicher Höhe frey herabfallenden Körpern zukommen. Denn flüssige Körper unter-

scheiden sich nur durch die Eigenschaften, von den festen, welche ihnen als Flüssigkeiten zukommen, die aber die Gesetze der Schwere weder aufheben noch ändern. Wenn wir demnach keine andere Theorien oder keine andere mathematische Beweise hätten; so würden diese Vorstellungen hinreichend seyn, um sich von einer Wahrheit zu überzeugen, welche durch so viele Versuche bestätiget worden ist.

§. 64.

Unter den vornehmsten Beweisen dieses Satzes, welche von dem so gelehrten P. Lecchi in seiner zu Mailand im Jahr 1765 herausgegebenen Hydrostatik bestritten worden sind, bedarf der von Varignon geführte Beweis, nach meiner Meinung, nur der Auflösung eines einzigen Zweifels, der von Lecchi in Anregung gebracht würde.

Die gedachten Beweise beruhen auf einem einzigen ausgemachten Grundsatze der Mechanik, und dieser ist von denjenigen Mathematikern allgemein anerkannt worden, welche denselben in dem ihm eigenen Sinne genommen haben. Er heißt: die Wirkungen sind ihren Ursachen proportional und die der Kraft zugehörige Wirkung ist die Größe der in einer bestimmten Zeit hervorgebrachten Bewegung.

Dieses Princip vorausgesetzt, sey F irgend eine Kraft, welche der Masse M die Geschwindigkeit V mittheilt, vermittelst welcher sie in der gegebenen Zeit T den Weg S beschreibt.

Auf eine ähnliche Art sey f irgend eine andere Kraft, welche der Masse m die Geschwindigkeit v mittheilt, vermittelst welcher sie in der gegebenen Zeit t den Weg s zurücklegt.

Weil $S = TV$ und $s = tv$ ist, so verhalten sich die Größen der Bewegungen beyder Massen, wie MS und ms oder auch wie MVT und mvt, und sind die Zeiten gleich d. i. $T = t$, so verhält sich die Größe der Bewegungen wie MV und mv. Daher verhält sich $F : f = MV : mv$.

Nun hängt die Menge des in einer gegebenen Zeit durch eine Oeffnung ausströmenden Wassers durchaus von der Größe der Oeffnung oder des Einschnittes und von der Geschwindigkeit ab, mit welcher sie sich ergießt. Bezeichnet daher O die Größe der Oeffnung oder des Einschnittes und V die Geschwindigkeit der ausgeflossenen Wassermenge, so erhält man $M = OV$. Auf dieselbe Art bezeichne o die Größe einer andern Oeffnung oder eines andern Einschnittes, und v die Geschwindigkeit des ausgeflossenen Wassers, so wird auch $m = ov$ seyn. Setzt man nun beyde Oeffnungen gleich, d. i. $O = o$; so erhält man $M : m = OV : Ov$; und die Größen der Bewegungen MV und mv werden jetzt OVV und Ovv seyn. Daher verhält sich $F : f = OVV : Ovv$ d. h. $F : f = VV : vv$.

Nennt man die Höhen, von welchen schwere Körper herabfallen müssen, um die Geschwindigkeiten V und v zu erhalten, A und a; so verhält sich auch $A : a = VV : vv$. Daher verhält sich $F : f = A : a = VV : vv$.

Hier wird man sehr natürlich auf die Schlüsse des Varignon geleitet. Die Kräfte können hier doch am Ende nichts anders als der Druck des Wassers seyn, und dieser richtet sich nach den Höhen des Wassers. Wenn sich daher der Druck wie die Höhen verhält;

so werden sich die Geschwindigkeiten V und v wie die Quadratwurzeln aus diesen Höhen verhalten.

[Die hierauf folgenden Auseinandersetzungen und Widerlegungen anderer Meynungen, haben für deutsche Leser wenig Werth und sind daher weggelassen worden.]

Sechster Abschnitt.

Von den Verhältnissen zwischen dem Flächeninhalt der Oeffnungen und dem kleinsten Querschnitte des zusammen gezogenen Wasserstrahles.

§. 67.

Um mit einer gewissen Ordnung und Zuverlässigkeit in Aufsuchung der Verhältnisse zwischen der Fläche der Oeffnungen und dem kleinsten Querschnitte des zusammen gezogenen Wasserstrahles fortzugehen, muß man mit dem oben aufgestellten Grundsatze der Geschwindigkeiten noch einen zweyten verbinden, der nach Theorie und Erfahrung eben so gewiß und zuverlässig ist, als jener. Er ist folgender: die größte Wirkung d. i. hier in unserm Falle, die größte Wassermenge erfolgt bey einer gegebenen Oeffnung, von dem natürlichen Drucke einer gleichartigen flüssigen Masse alsdann, wenn diese bey ihrem Ausflusse die ganze Oeffnung ausfülle und sich mit einer Geschwindigkeit ergießt, welche mit der Höhe über der Oeffnung zusammen gehört. Denn wären alle Hindernisse aus dem Wege geräumt, so müßte die ganze Wirkung d. h. die größte, der Wasserhöhe zugehörige, Geschwindigkeit mit der Ursache, d. i. mit dem Drucke übereinstimmen und daraus würde die größte Ausflußmenge erfolgen.

Wegen der verschiedenen Hindernisse, welche das Wasser bey seinem Ausflusse leidet, ist jene größte Wirkung bey denjenigen Versuchen, welche zu meiner Kenntniß gelangt sind, nie erfolgt. Könnte man nun die Hindernisse verringern; so würde die Wirkung auch zunehmen, und zwar so, daß diese am größten werden würde, so bald jene gänzlich weggeschaft würden. Alsdann könnte man die Ausflußmenge durch keine Mittel und auf keine Art weiter vermehren, es sey denn, daß die Kraft selbst d. i. der Druck durch mehr Wasser oder auf andere ähnliche Art vergrößert würde.

[Daß dieser Satz nur halb wahr ist, beweisen die von mir angestellten und in meinem Handbuche der Hydraulik §. 97 und 98 beschriebenen Versuche. Verbindet man mit einer einen Zoll weiten und drei Zoll langen cylindrischen Röhre eine Einmündung nach der Gestalt des zusammen gezogenen Strahls und dem andern Ende der Röhre oder mit ihrer Ausmündung eine eben so weite aber nach vorne zu etwas erweiterte konische Röhre, so erhielt man durch diese Einrichtung nicht nur $1\frac{3}{4}$ mal so viel Wasser, als bei einer gewöhnlichen 3 Zoll langen und einen Zoll weiten cylindrischen Röhre ohne Ansätze, sondern die erhaltene Wassermenge war auch $1\frac{1}{3}$ mal größer als diejenige, welche nach der Meynung d. V. nicht vergrößert werden kann.]

Aus der verschiedenen Abänderung der Hindernisse entsteht die Verschiedenheit der mit so vieler Genauigkeit von Mariotte, Guglielmini, Poleni und den andern berühmten Naturforschern angestellten Versuche. Denn sie hatten ihre Oeffnungen auf verschiedene Art gemacht, und darin Röhren von ungleicher Länge angebracht, Umstände, wodurch die Ausflußmenge beträchtlich abgeändert wird.

Die gewöhnlichen Hindernisse, welche das durch Oeffnungen ausströmende Wasser, mit Weglassung derjenigen die unter verschiedenen Umständen eintreten, welche sich ohne Ende vervielfältigen, erleidet; sind folgende drey: erstens die an den Rändern der Oeffnungen oder an den Wänden der Röhren vorgehende Friction, zweytens der Widerstand der äussern Luft; drittens und vornehmlich die Seitenbewegungen der Wassertheilchen selbst, wo die nach einer schiefen Richtung fortgehenden Theile auf diejenigen stoßen, welche sich nach der Hauptrichtung d. i. nach derjenigen Richtung bewegen, welche auf der Fläche der Oeffnung senkrecht stehen. Der Widerstand, welcher von der Friction an den Rändern der Oeffnungen oder an den innern Wänden kurzer Röhren herrührt, ist nicht beträchtlich, wenn die Oeffnungen und Röhren nur glatt und wohl poliert sind. Auch dient eine gewisse Länge der Röhre gar sehr zur Beförderung der Ausflußmenge. Der Widerstand der Luft ist, wie Mariotte gezeigt hat, ebenfalls von keiner Bedeutung; denn da sie äusserst dünn und expansibel ist, so giebt sie der Gewalt des weit dichtern und in allen seinen Theilen mehr zusammen hangenden Wassers leicht nach. Daher sind die Seitenbewegungen und die von der senkrechten Axe durch die Mitte der Oeffnungen abweichenden Richtungen, die wichtigsten. Dieses hat schon Newton entdeckt, und sie sind nachher auch in einer Glasröhre von Daniel Bernoulli augenscheinlich dargethan worden, indem er kleine Stückchen anderer Körper ins Wasser schüttete, die sich auf dessen Oberfläche schwimmend erhielten, und nachher durch eine kleine Oeffnung durchzufließen strebte. Diese schiefen Bewegungen stören nicht allein an und für sich und als solche die geradlinigen, sondern da die Wassertheilchen oder Wasserfäden, nicht geometrische sondern physische Puncte oder Linien ausmachen, nicht vollkommen flüssig und ohne allen Zusammenhang mit einander sind, so können sie sich in den Wendungen der größtentheils geradlinigen Winkel, wie die inwendigen Ecken der Oeffnungen sind, nicht mit einem Mahle nach dem Winkel biegen und den Rändern oder den Wänden der Oeffnungen anschmiegen. Da sie nun vielmehr gegen diese Ecken fortgestoßen oder fortgestreift werden, so setzen sie diese Bewegung auf eine kleine Strecke noch mit einer Richtung fort, welche aus der schiefen als der ihrigen, und aus den geraden d. i. derjenigen, die auf der Fläche der Oeffnungen senkrecht steht, zusammen gesetzt ist; und gerade hier fängt sich die Zusammenziehung des Wasserstrahles an, und wird in einer kleinen Entfernung ausserhalb der Oeffnung am größten. Denn ausserhalb der Oeffnung ist das Wasser nicht mehr den Stößen in schiefer Richtung ausgesetzt, sondern die gerade Richtung gewinnt hier die Oberhand. Diese Erscheinungen zeigen sich auch in den Flüssen, wo sich das Wasser an die Strebepfeiler stößt, welche man zur Unterstützung der Brücken oder andere Gebäude tragenden Grundpfähle zu machen pflegt. Aus diesem Grunde kann man der etwas größern oder geringern Dicke der Platten, in welche die Oeffnungen von einer weit größern Länge und Breite als die Dicke der Platten beträgt, eingeschnitten sind,

nicht als die Ursache einer größern oder geringern Ausflußmenge ansehn. Dagegen kann die Unregelmäßigkeit der innern Ecken, die Unvollkommenheit der quadratförmigen Gestalt und der Politur viel dazu beytragen, die Richtungen und dadurch die Bewegungen der in den Oeffnungen auf einander stoßenden und sich durchstreifenden Wassertheilchen zu ändern werden. Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen wollen wir nun zur Untersuchung der zwischen dem Flächeninhalte der Oeffnungen und dem kleinsten Querschnitte des Wasserstrahles obwaltenden Verhältnisse fortschreiten, und den Anfang mit denjenigen machen, welche vermittelst der Berechnung der Versuche gefunden wurden, die mit den quadratförmigen, in den festen Platten angebrachten Oeffnungen von drey Zollen in der Seite angestellt sind.

Wasserstrahlen, durch quadratförmige Oeffnungen, von drey Zollen in der Seite.

Aus dem obern,				mittlern				und untern Geschoß.			
$5^{q''}$.	$7^{r''}$.	$0^{q'''}$.	$0^{r'''}$.	$5^{q''}$.	$6^{r''}$.	$2^{q'''}$.	$0^{r'''}$.	$5^{q''}$.	$6^{r''}$.	$4^{q'''}$.	$0^{r'''}$.
5.	7.	0.		5.	6.	1.		5.	6.	5.	
5.	7.	0.	7.	5.	6.	4.		5.	6.	4.	11.
5.	7.	2.	11.	5.	6.	11.		5.	6.	4.	7.
				5.	6.	4.	1.	5.	6.	6.	7.
				5.	6.	2.	5.				

§. 68.

Bey der (§. 10) erwähnten Revision der Oeffnungen, welche am 16. Oct. 1764 vorgenommen und im Mai 1765 wiederholt wurde, fand es sich, daß die Oeffnung, welche dem Flächeninhalte nach, überall genau neun Quadratzoll halten sollte, in dem obern Geschosse ungefähr $9^{q''}$. $1^{r''}$. $2^{q'''}$. $6^{r'''}$., [= $9{,}100694^{q''}$] in dem mittlern $9^{q''}$. $0^{r''}$. $1^{q'''}$. $6^{r'''}$., [= $9{,}010417^{q''}$.] und in dem untern $9^{q''}$. $0^{r''}$. $3^{q'''}$. $2^{r'''}$., [= $9{,}021991^{q''}$.] betrug. Als man daher die vermittelst der Rechnung gefundenen Wasserstrahlen, nach dem größern Flächeninhalte ihrer respectiven Oeffnungen verbesserte; so fiel die Mittelzahl für den Wasserstrahl [im Querschnitt] etwa zwischen $5^{q''}$. $6^{r''}$. $3^{q'''}$. und $5^{q''}$. $6^{r''}$. $4^{q'''}$. d. h. in ganzen Zahlen, ist dieses Verhältniß wie $1296^{q'''}$. zu $795^{r'''}$. oder $796^{q'''}$. und in kleinern Zahlen, wie 432 zu 256 oder wie 324 zu 199, welche sich mit einer geringen Abweichung gegen einander, wie 18 und 11 verhalten. Wenn man daher auf die Größe der Oeffnungen allein Rücksicht nähme, so würde nach (§. 62) das gedachte Verhältniß des Flächeninhaltes und einer jeden andern ähnlichen und auf eine ähnliche Art angebrachten Oeffnung gegen den kleinsten Querschnitt des zugehörigen zusammen gezogenen Wasserstrahles Statt finden. Daher würde der Wasserstrahl

einer quadratförmigen Oeffnung, von zwey Zollen in der Seite [im Querschnitte] 2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIV}., und der Wasserstrahl einer solchen einen Zoll weiten Oeffnung 0^{qII}. 7^{rII}. 4^{qIII}. 4^{rIII}. betragen, und so würden die Zahlen 2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIII}. und 0^{qII}. 7^{rII}. 4^{qIII}. 4^{rIII}. Grenzen abgeben, welche die aus den quadratförmigen, zwey und einen Zoll in der Seite haltenden Oeffnungen nicht überschreiten könnten.

Wasserstrahlen durch quadratförmige an der beweglichen Platte angebrachte, zwey Zoll in der Seite haltenden Oeffnungen, welche von außen an der festen angebracht sind.

In dem obern,	mittlern,	und untern Geschosse.
2^{qII}. 7^{rII}. 8^{qIII}.	2^{qII}. 7^{rII}. 0^{qIII}.	2^{qII}. 6^{rII}. 11^{qIII}.
2. 7. 6.	2. 7. 0.	2. 6. 10.
	2. 6. 9.	2. 6. 9.
	2. 6. 8.	

Vermittelst der Platte aus dem obern Geschosse.

2^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}. 5^{rIII}.	2^{qII}. 7^{rII}. 5^{qIII}. 0^{rIII}.	2^{qII}. 7^{rII}. 0^{qIII}. 6^{rIII}.
	2. 7. 4. 9.	

§. 69.

Anstatt der vier Quadratzoll, fand man bey der Revision die Größe der Oeffnung in dem obern Geschosse ungefähr 4^{qII}. 0^{rII}. 5^{qIII}. 9^{rIII}., [= $4{,}039931^{qII}$.] in dem mittlern 4^{qII}. 0^{rII}. 0^{qIII}. 8^{rIII}., [= $4{,}004630^{qII}$.] und in dem untern 4^{qII}. 0^{rII}. 3^{qIII}. 6^{rIII}. 8^{qIV}., [= $4{,}024691^{qII}$.]

Obgleich nun die gefundenen Wasserstrahlen nach dem größern Flächeninhalte ihrer respectiven Oeffnungen verhältnißmäßig rectificirt wurden, so hatten sie dessen ungeachtet doch die oben gefundenen Schranken von 2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIII}. merklich überschritten. Dieses widerstreitet eben so sehr den Gründen der Theorie, als vielen andern Erfahrungen, nach welchen kleinere Oeffnungen unter gleichen Umständen verhältnißmäßig nicht größere Wasserstrahlen oder Wassermengen geben können. Es kann sich jeder leicht vorstellen, wie viel Mühe diese Verschiedenheit uns verursacht hat; da wir uns nicht überzeugen konnten, daß wir bey so vielen und mit so vieler Aufmerksamkeit angestellten Versuchen, immer

immer denselben Fehler sollten begangen haben. Endlich fielen die HH. Architecten Giulio nnd Pagani auf die Vermuthung, daß diese Verschiedenheit wohl von dem Vorsprunge der festen Platte herrühren könnte, welche vier Linien weit über die bewegliche von aussen angebrachte Platte, worin sich die quadratförmige zwey Zoll weite Oeffnung befand, hervorragte; obgleich die quadratförmige Oeffnung von 3 Zollen in der Seite auf gleiche Art angebracht war.

Dieser Vorsprung bildet eine Art von Ansatz rings um den äussern Rand der viereckigen Oeffnungen, und da man schon sonst eine beträchtliche Vergrößerung des Wasserstrahles bemerkt hatte, wenn an den quadratförmigen drey Zoll weiten Oeffnungen inwendig cycloidalische Ansatzröhren angebracht waren und sich bey diesen Umständen keine andere veranlassende Ursache der Verschiedenheit entdecken ließ; so schien sich dadurch jene Vermuthung zu bestätigen und man dachte sogleich auf Mittel sich davon zu versichern, wie auch auf eine Methode, die Wirkung davon durch Rechnung zu bestimmen. Man erwog daher zuerst, daß die Oeffnung aus dem mittlern Geschosse diejenige war, deren Größe der genauen Abmessung von vier Quadratzollen am nächsten kam, und man nahm daher das Mittel der durch diese Oeffnung erhaltenen Wasserstrahlen, welches 2^{qII}. 6^{rII}. 10^{qIII}. 3^{rIII}. betrug, zog davon jene Grenzen von 2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIII}. ab und man behielt 0^{qII}. 1^{rII}. 4^{qIII}. 11^{rIII}. zum Reste, welcher die gesuchte Wirkung zunächst bezeichnen sollte. Allein eine solche Wirkung muß sich auch unabhängig von allen Versuchen, vermittelst einer Methode bestimmen lassen, deren wir uns auch in andern ähnlichen Fällen bedienen können. Nach vielem Forschen und Nachdenken, wandten wir folgende an, welche zwar im strengsten Sinne genommen, nicht geometrisch richtig, doch aber zu unserer Absicht hinlänglich ist und ohne Weitläuftigkeit gebraucht werden kann.

§. 70.

Man hatte beobachtet, daß die cycloidalischen Ansatzröhren, welche inwendig an den quadratförmigen drey Zoll weiten Oeffnungen angebracht wurden, den Wasserstrahl ungefähr um 2^{qII}. 10^{rII}. oder um 34^{rII}. vermehrten. Diese Größe beträgt $\frac{17}{54}$ von dem ganzen Flächeninhalte der Oeffnung von 9 Quadratzollen. Auch müssen auf der andern Seite ähnliche und auf eine ähnliche Art angebrachte Oeffnungen nach (§. 62) Wasserstrahlen geben, welche mit jenen in gleichem Verhältnisse stehen. Wenn daher diese quadratförmigen Oeffnungen von 2 Zollen in der Seite mit einem ähnlichen cycloidalischen Ansatze versehen werden; so wird die verhältnißmäßige Vergrößerung des Wasserstrahles 1^{qII}. 3^{rII}. 1^{qIII}. 4^{rIII}. betragen. Allein in unserm vorliegenden Falle ist der Ansatz weder cycloidalisch, noch ganz, noch unmittelbar an der Oeffnung angebracht, sondern er ist geradlinigt, höchstens vier Linien lang und um sechs Linien von der Oeffnung selbst entfernt. In dieser Hinsicht muß man sich also die ganze Wirkung um 1^{qII}. 3^{rII}. 1^{qIII}. 4^{rIII}. vermindert vorstellen. Der Erzeugungskreis für die Form eines solchen cycloidalischen Ansatzes würde einen Durchmesser von 12 Linien und sein halber Umfang d. i. die gerade Grundlinie der Cycloide würde eine Länge von 19 Linien haben. Allein nicht zu gedenken, daß der Vorsprung nicht eigentlich cycloidalisch ist, so beträgt die ganze Länge nicht mehr wie vier Linien. Also wird aus diesem Grunde die Wirkung

nur $\frac{4}{19}$ von dem ganzen Flächeninhalt von $1^{qII}. 3^{rII}. 1^{qIII}. 4^{rIII}$. ausmachen. Diese Wirkung muß noch in dem Verhältnisse des Flächeninhaltes der Oeffnung von 4 Quadratzollen, zum Flächeninhalte des Ansatzes von 9 Quadratzollen vermindert werden. Daher muß man bloß $\frac{4}{9}$ von $0^{qII}. 3^{rII}. 2^{qIII}. 2^{rIII}. 1^{qIV}$. nehmen, d. i. $0^{qII}. 1^{rII}. 4^{qIII}. 11^{rIII}. 7^{qIV}$. und so viel beträgt die aus dem Vorsprunge bewirkte Vermehrung des Wasserstrahles, der vier Linien dick und um sechs Linien von der Oeffnung entfernt ist. Ziehet man nun diese von dem mittlern Wasserstrahl [im Querschnitt] von $2^{qII}. 6^{rII}. 10^{qIII}. 3^{rIII}$. ab, so ergiebt sich $2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 3^{rIII}. 5^{qIV}$. zum Rest, welcher sehr wenig kleiner ist als die Grenze von $2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIII}$.

Um uns über diesen Umstand noch mehr Gewißheit zu verschaffen, so wurden im folgenden Jahre nehmlich 1765 andere Versuche, mit einer und derselben Oeffnung angestellt. Sie war quadratförmig, hielt zwey Zoll in der Seite, in eine dünne Platte, die eine halbe Linie dick war, eingeschnitten und an der festen inwendig so angebracht, daß das Wasser unmittelbar durch selbige hindurch schießen konnte, so wie die quadratförmigen Oeffnungen von drey Zollen in der Seite, welche in den festen Platten angebracht waren. Es ergaben sich hieraus folgende Resultate.

Wasserstrahlen durch quadratförmige, drey Zoll in der Seite haltenden, in einer dünnen Platte gemachten, und in den festen, inwendig angebrachten Oeffnungen.

In dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 3^{rIII}$.	$2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 4^{rIII}$.	$2^{qII}. 4^{rII}. 11^{qIII}. 7^{rIII}. 10^{qIV}$.
2. 4. 11. 9.	2. 5. 0. 0.	2. 5. 0. 0.
	2. 5. 0. 3.	2. 5. 1. 9.
	2. 5. 1. 4.	2. 5. 2. 0.

§. 71.

Obgleich nun diese Strahlen in Hinsicht der Größe einander sehr nahe kommen; so fallen sie doch sämmtlich etwas kleiner als diejenigen aus, welche oben gefunden worden sind, d. h. kleiner als $2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 3^{rIII}. 5^{qIV}$. und erreichen auch nicht die Grenze von $2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIII}$. Diese Differenz kann vielleicht von dem verhältnißmäßig größern Umfange als derjenige, welcher zu der 3 Zoll in der Seite haltenden Oeffnung gehört, herrühren; doch wahrscheinlicher von einem unmerklichen Fehler der Oeffnung selbst. Denn es hält sehr schwer von Künstlern auch noch da, die höchste Genauigkeit zu erhalten, wo sich solche kleine Unregelmäßigkeiten, der gewöhnlichen Schärfe des Auges entziehen. Indeß überzeugen uns diese Versuche doch, daß der Ueberschuß des gefundenen Wasser-

strahles durch eine quadratförmige zwey Zoll weite, in bewegliche Platten eingeschnittene und auswendig an der festen angebrachte Oeffnung, bloß eine Wirkung von der Gestalt des Ansatzes ist, der aus dem von der Dicke der rings um diese Oeffnungen befindlichen festen Platte, gebildet ist, und daß die Abweichung von der gedachten Grenze nicht mehr als ungefähr $\frac{1}{100}$ beträgt.

Wasserstrahlen durch eine quadratförmige Oeffnung von einem Zolle, welche in der beweglichen Platte gemacht und an der festen angebracht wurde.

In dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $6^{q\,III}$. $8^{r\,III}$,	$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $4^{q\,III}$. $2^{r\,III}$.	$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $6^{q\,III}$. $3^{r\,III}$.
		0. 7. 6. 6.

§. 72.

Die Oeffnungen dieser drey Platten wurden sämmtlich etwas größer befunden, als sie seyn sollten. Vornehmlich aber machten die vermittelst einer Loupe beobachteten Unregelmäßigkeiten an den Rändern und besonders in den Ecken der Oeffnungen, die Berichtigungen ungewiß. Um also mit einer desto größern Zuverläßigkeit den Wasserstrahl zu bestimmen, so fügen wir noch die Wasserstrahlen hinzu, welche eine und eben dieselbe quadratförmige einen Zoll weite in einer dünnen Platte gemachte Oeffnung gab, welche in jedem Geschosse inwendig an der festen angebracht war.

Wasserstrahlen durch die quadratförmige, in einer dünnen Platte angebrachte, einen Zoll weite Oeffnung.

In dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $3^{q\,III}$. $7^{r\,III}$. $7^{q\,IV}$.	$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $3^{q\,III}$. $3^{r\,III}$. $0^{q\,IV}$.	$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $3^{q\,III}$. $0^{r\,III}$. $8^{q\,IV}$.
	0. 7. 3. 3. 0.	0. 7. 2. 11. 9.
		0. 7. 3. 2. 8.

Diese Wasserstrahlen nähern sich der Grenze $0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $4^{q\,III}$. $4^{r\,IV}$. sehr, ohne selbige zu überschreiten. Daher ist der Ueberschuß der vorhergehenden Wasserstrahlen theils eine Folge von den zu großen Oeffnungen, theils von dem Vorsprunge der festen Plat-

ten, über die beweglichen, welcher hier ebenfalls Statt findet. Die von dem Vorsprunge verursachte Wirkung findet man auf die in (§. 70.) angeführte Art. Wenn nehmlich diese Oeffnungen mit einem ähnlichen und auf eine ähnliche Art angebrachten cycloidalischen Ansatze versehen würden, wie solches bey den quadratförmigen Oeffnungen von drey Zollen in der Seite geschah; so würde eine verhältnißmäßige Wirkung erfolgen, d. h. ihr Durchschnitt würde $\frac{17}{34}$ von der ganzen Fläche eines Quadratzolles, d. h. $0^{q''}. 3^{r''}. 9^{q'''}. 4^{r'''}.$ betragen. Allein der Erzeugungskreis zu einem solchen Ansatze würde einen Durchmesser von 6 und einen halben Umfang von etwa 9,5 Linien haben, und so groß würde die gerade Grundlinie der Cycloide seyn. Dagegen beträgt der Vorsprung nur 4 Linien, welche von $9\frac{1}{2}$ nur $\frac{8}{19}$ ausmachen. Daher muß man $\frac{8}{19}$ von den $0^{q''}. 3^{r''}. 9^{q'''}. 4^{r'''}.$ nehmen, welches $0^{q''}. 1^{r''}. 7^{q'''}.$ beträgt. Ferner verhält sich hier auch der Flächeninhalt der Oeffnung zum Flächeninhalte des Ansatzes wie 1 zu 9. Also muß man noch den neunten Theil von $0^{q''}. 1^{r''}. 7^{q'''}.$ nehmen, welcher $0^{q''}. 0^{r''}. 2^{q'''}. 1^{r'''}. 4^{q^{iv}}.$ ausmacht, und so viel würde hier die von dem Vorsprunge der festen Platte über die bewegliche, bewirkte Vermehrung des Wasserstrahles betragen. Wenn man nun diese Größe von dem arithmetischen Mittel, der in dem obern und untern Geschosse erhaltenen Wasserstrahlen, d. i. von $0^{q''}. 7^{r''}. 6^{q'''}. 5^{r'''}. 8^{q^{iv}}.$ abzieht, so bleibt $0^{q''}. 7^{r''}. 4^{q'''}. 4^{r'''}. 4^{q^{iv}}.$ zum Reste, welcher die Grenze etwas überschreitet. Ein Beweis, daß die Oeffnungen etwas zu groß gewesen sind. Setzt man nun die Vermehrung selbst, d. i. $0^{q''}. 0^{r''}. 2^{q'''}. 1^{r'''}. 4^{q^{iv}}.$ zur Mittelzahl, der durch dünne Platten erhaltenen Wasserstrahlen d. h. zu $0^{q''}. 7^{r'''}. 3^{q'''}. 3^{r^{iv}}.$ hinzu, so ist die Summe $0^{q''}. 7^{r''}. 5^{q'''}. 4^{r'''}. 4^{q^{iv}}.$ etwas kleiner als $0^{q''}. 7^{r''}. 6^{q'''}. 5^{r'''}. 8^{q^{iv}}.$, welches die Wirkung des Vorsprunges beweiset. Doch diese Differenzen sind zu klein und den Datis fehlt es an der nöthigen Genauigkeit. Daher kann man hieraus nichts anders herleiten, als daß der Wasserstrahl der quadratförmigen einen Zoll in der Seite haltenden Oeffnungen, der Grenze selbst nehmlich $0^{q''}. 7^{r''}. 4^{q''}. 4^{r^{iv}}.$ sehr nahe kommen, und sich von ihr nur etwa um $\frac{1}{81}$ unterscheiden muß.

Wasserstrahlen durch die kreisförmige Oeffnung von drey Zollen im Durchmesser in einer dünnen Platte, die in jedem der drey Geschosse an der unbeweglichen angebracht war.

Im obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$4^{q''}. 4^{r''}. 0^{q'''}.$	$4^{q''}. 3^{r''}. 11^{q'''}. 3^{r'''}.$	$4^{q''}. 4^{r''}. 1^{q'''}.$
4. 4. 0.	4. 5. 11. 7.	4. 4. 1.

§. 73.

Bey der Revision fand sich der Durchmesser dieser Oeffnung um etwas zu groß. Daher war auch ihr Flächeninhalt um $\frac{1}{213}$ zu groß. Jedoch wird die Berichtigung

sicherer ausfallen, wenn man folgendes Verhältniß dabey zum Grunde legt, nach welchem sich das Quadrat von 14 zu dem, in dieses Quadrat eingezeichneten Kreise 11 verhält, wie der Wasserstrahl durch die quadratförmige Oeffnung von $5^{q''}$. $6^{r''}$. $3^{q'''}$. zum Wasserstrahl durch die kreisförmige Oeffnung, deren Größe die Zahl $4^{q''}$. $4^{r'''}$. $0^{q'''}$. $7^{r'''}$. $\frac{5}{7}^{q''''}$. ausdruckt und mit der Mittelzahl, welche die Versuche geben, genau übereinstimmt.

Wasserstrahlen durch die kreisförmige Oeffnung von zwey Zollen im Durchmesser, in einer dünnen Platte, die in jedem der drey Geschosse inwendig an der unbeweglichen befestiget war.

In dem obern,				mittlern				und untern Geschosse.			
$1^{q''}$.	$11^{r''}$.	$3^{q'''}$.	$0^{r'''}$	$1^{q''}$.	$10^{r''}$.	$10^{q'''}$.	$5^{r'''}$.	$1^{q''}$.	$10^{r''}$.	$10^{q'''}$.	$3^{r'''}$.
1.	11.	3.	8.	1.	10.	10.	5.	1.	10.	10.	10.

§. 74.

Auch dieser Durchmesser wurde etwas zu groß gefunden, so daß die zugehörige Kreisfläche um $\frac{1}{41}$ größer war, als sie seyn sollte. Die Berichtigung derselben geschahe auf eben die Art wie vorhin. Es verhält sich nehmlich 14 zu 11, wie der Wasserstrahl durch die quadratförmige Oeffnung $2^{q''}$. $5^{r''}$. $5^{q'''}$. $4^{r'''}$. zum Wasserstrahl durch die kreisförmige Oeffnung, d. i. zu $1^{q''}$. $11^{r''}$. $1^{q'''}$. $7^{r'''}$. welche ebenfalls die Mittelzahl für die aus den Versuchen erhaltenen Strahlen ist.

Wasserstrahlen durch die kreisförmige Oeffnung von einem Zolle im Durchmesser, in einer dünnen Platte, welche eben so wie die vorhergehende angebracht war.

In dem obern,				mittlern				und untern Geschosse.			
$0^{q''}$.	$5^{r''}$.	$10^{q'''}$.	$1^{r'''}$.	$0^{q''}$.	$5^{r''}$.	$10^{q'''}$.	$3^{r'''}$.	$0^{q''}$.	$5^{r''}$.	$10^{q'''}$.	$5^{r'''}$.

§. 75.

Der Durchmesser dieser Oeffnung hatte zwar die richtige Länge, allein die Rechnung giebt eine kleine Differenz. Denn nimmt man 14 zu 11 wie die Wasserstrahlen durch die quadratförmigen von $0^{q''}$. $7^{r''}$. $4^{q'''}$. $4^{r'''}$. zur kreisförmigen Oeffnung, so findet man für diese die Zahl $0^{q''}$. $5^{r''}$. $9^{q'''}$. $4^{r'''}$. $\frac{6}{7}^{q''''}$., welche weniger beträgt als selbst die kleinste d. i. als $0^{q''}$. $5^{r''}$. $10^{q'''}$. $1^{r'''}$.

§. 76.

Wenn wir uns, anstatt der Wasserstrahlen [im Querschnitte] von 2^{qII}. 5^{rII}. 5^{qIII}. 4^{rIII}. und 0^{qII}. 7^{rII}. 4^{qIII}. 4^{rIII}. durch die quadratförmigen Oeffnungen, einer der Mittelzahlen bedient hätten, welche die Versuche für die kreisförmigen geben; so würden wir die andern Wasserstrahlen durch die andern kreisförmigen Oeffnungen, nicht so nahe gefunden haben. Man nehme z. B. 0^{qII}. 5^{rII}. 10^{qIII}. 3^{rIII}. für die Mittelzahl der Wasserstrahlen, welche kreisförmige Oeffnungen von einem Zolle im Durchmesser geben. Multiplicirt man diesen Strahl mit vier, so ist derselbe [im Querschnitte] durch die kreisförmige Oeffnung von 2 Zollen im Durchmesser 1^{qII}. 11^{rII}. 5^{qIII}. 0^{rIII}.; und multiplicirt man eben die Zahl 0^{qII}. 5^{rII}. 10^{qIII}. 3^{rIII}. mit 9, so erhält man für [den Querschnitt] des Wasserstrahles durch die kreisförmige Oeffnung von drey Zollen im Durchmesser, 4^{qII}. 4^{rII}. 8^{qIII}. 3^{rIII}., beyde Zahlen aber sind etwas größer als diejenigen, welche die Versuche geben.

Nimmt man hingegen für den Querschnitt des mittlern Wasserstrahles durch die quadratförmige einzöllige Oeffnung 0^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}. 4^{rIII}. und multiplicirt diese Zahl mit 4, so erhält man für den Wasserstrahl durch quadratförmige Oeffnungen von zwey Zollen in der Seite 2^{qII}. 5^{rII}. 1^{qIII}. 4^{rIII}. und 5^{qII}. 5^{rII}. 6^{qIII}. für die Wasserstrahlen durch quadratförmige Oeffnungen von drey Zollen in der Seite, wenn man eben die Zahl 0^{qII}. 7^{rII}. 3^{qIII}. 4^{rIII}. mit 9 multiplicirt, und dieses Product ist merklich kleiner als 5^{qII}. 6^{rII}. 3^{qIII}. oder 5^{qII}. 6^{rII}. 4^{qIV}. Hieraus siehet man die Richtigkeit dessen ein, was wir kurz vorher von den viereckigen Oeffnungen in dünnen Platten behauptet haben, daß sie nehmlich fehlerhaft und unvollkommen seyn können, ohne daß sie dem Auge so erscheinen. Daher geben die entdeckten sehr kleinen Differenzen zwischen den durch Versuche erhaltenen Wasserstrahlen und den ihnen zugehörigen Oeffnungen, keinen hinlänglichen Grund ab, uns von dem oben festgesetzten Verhältnisse zwischen dem Flächeninhalte der Oeffnungen und dem Querschnitte ihrer Wasserstrahlen entfernen zu können. Diese Verhältnisse finden hier, bey kreisförmigen Oeffnungen und bey andern Statt, die weit größer als diese sind, wie wir solches an einem andern Orte zeigen werden.

§. 77.

Es sey nun indeß das Verhältniß von 432 zu 265 oder von 324 zu 199 oder auch von 18 zu 11; so wollen wir nun untersuchen, in wie fern diese mit denjenigen übereinstimmen, welche von Newton, Bernoulli und Poleni angegeben sind. Nach jenem verhält sich der Durchmesser der Oeffnung und des Wasserstrahles wie 25 zu 21; nach den beyden andern aber verhalten sich die gedachten Durchmesser, wie 52 zu 41. Unsere Zahlen aber sind 324 und 199. Setzen wir nun zu diesen 4 Nullen hinzu, und ziehen die Quadratwurzel daraus, so erhalten wir hinlänglich genau 1800 und 1410. Diese verhalten sich gegen einander wie 60 zu 47 und setzt man also 60 zu 47 wie 52 zur vierten Proportionalzahl, so ist diese $40\frac{11}{15}$, welche der Zahl 41 nahe genug kommt, und das, von den oben erwähnten Schriftstellern, nehmlich dem Bernoulli und Poleni angegebene Verhältniß genau genug ausdruckt. Hieraus erhellet, mit welcher großen Sorg-

falt und Aufmerksamkeit sie ihre Versuche gemacht haben, und obgleich sie weit mehr im Kleinen angestellt sind als die unsrigen, so leuchtet doch aus allem hervor, daß das obige Verhältniß besteht, so klein oder groß die Oeffnungen auch seyn mögen.

§. 78.

Nun wollen wir noch die durch Rechnung und wirkliche Ausmessung gefundenen Diameter, der durch die kreisförmigen Oeffnungen ausgeflossenen Wasserstrahlen mit einander vergleichen. Denn bey quadratförmigen Oeffnungen läßt sich dieses aus den an einem andern Orte angeführten Gründen, nicht mit der nöthigen Genauigkeit bewerkstelligen.

Man lege nun bey den Oeffnungen von drey Zollen im Durchmesser folgende Proportionalzahlen zum Grunde, nehmlich $60 : 47 = 36'''. : x$; so ist die vierte Proportionalzahl $28\frac{1}{5}'''$. der durch wirkliche Messung gefundene Durchmesser aber war ungefähr $29'''$. (M. s. die Anm. zu dem 46sten Vers.) Bey der zwey Zoll im Durchmesser haltenden Oeffnung setze man 60 zu 47 wie $24'''. : x$; so ist die vierte Proportionalzahl $18\frac{4}{5}'''$., allein der durch wirkliche Messung gefundene Durchmesser betrug ungefähr $19'''$. (M. s. die Anm. zu dem 104ten Vers.)

Bey der einen Zoll im Durchmesser haltenden Oeffnung nehme man die Proportion $60 : 47 = 12''' : x$, so ist die vierte Proportionalzahl $9\frac{2}{5}'''$., der durch wirkliche Messung gefundene Durchmesser aber betrug ungefähr $9\frac{1}{2}'''$. (M. s. die Anm. zu dem 130sten Vers)

Der Abstand der größten Zusammenziehung des Wasserstrahles betrug in der drey Zolle weiten Oeffnung ungefähr 15, in der zwey Zoll weiten etwa 10 und in der einen Zoll weiten, gegen $5\frac{1}{2}$ Linien, von dem innern Rande gerechnet. Diese Abstände sind beinahe den Halbmessern der berechneten Wasserstrahlen gleich. Daher ist es kein Wunder, daß Newton seinen Durchmesser des Wasserstrahles größer fand, als hier der unsrige ist, indem er selbigen in der Entfernung des ganzen Durchmessers maß, und der Wasserstrahl nach erreichter Grenze der größten Zusammenziehung, wieder plötzlich eine größere Ausdehnung annimmt.

§. 79.

Aus der sehr nahen Uebereinstimmung zwischen den durch Rechnung und wirkliche Messung gefundenen Wasserstrahlen, kann man dasjenige, was wir schon hier und da an andern Stellen bemerkt haben, deutlich ersehen; nehmlich: erstens, daß das von uns zur Berechnung der Versuche gebrauchte Verfahren, nach welchem man den Parameter 60 Fuß annimmt, für die Ausübung völlig hinreichend ist.

Zweytens. Eben so ist auch das festgesetzte Verhältniß zwischen dem Flächeninhalte, ähnlicher und auf ähnliche Art angebrachter einfacher Oeffnungen und dem Querschnitte ihrer zusammen gezogenen Wasserstrahlen für die Ausübung genau genug.

Drittens. Daß die größere oder geringere Dicke der durchlochten Platten nichts zur Vergrößerung oder Verminderung der Wassermenge beyträgt, wenn die Seiten oder Durchmesser der Oeffnungen die Dicke der Platten um ein Beträchtliches übertreffen; ob-

gleich es viel darauf ankommt, daß die Oeffnungen und vornehmlich ihre innern Ränder, welche gleichsam den Vereinigungspunct der Hindernisse für das auslaufende Wasser ausmachen, und von welchen es zuerst aufgenommen wird, recht ausgeschnitten und wohl abgeschliffen sind. Denn der übrige inwendige Theil wird von dem ausströmenden Wasser gar nicht berührt.

Wasserstrahlen durch die viereckige [prismatische] Röhre, deren [Grundfläche] in jeder Seite drey Zolle, und deren Länge, mit Inbegriff der Dicke der Platte von vier Linien, woran sie befestigt ward, acht Zolle beträgt.

In dem obern,				mittlern				und untern Geschosse.			
$7^{q\,II}$.	$3^{r\,II}$.	$11^{q\,III}$.	$8^{r\,III}$.	$7^{q\,II}$.	$2^{r\,II}$.	$6^{q\,III}$.	$0^{r\,III}$.	$7^{q\,II}$.	$3^{r\,II}$.	$10^{q\,III}$.	$10^{r\,III}$.
7.	4.	0.	5.	7.	2.	9.	6.	7	3.	9	0.

§. 80.

Die äussere Mündung dieser Röhre war etwas zu groß, die innere aber, wo sie mit der Platte verbunden war, etwas zu klein. Jenes hat auf die Ausflußmenge keinen nachtheiligen Einfluß, durch dieses aber wird sie etwas vermindert. Nimmt man nun $7^{q\,II}$. $4^{r\,III}$. $0^{q\,III}$. für die mittlere Größe der Wasserstrahlen von dem obern und untern Geschosse an, berechnet man nun diese, wegen der etwas zu kleinen innern Mündung der Röhre zu $7^{q\,II}$. $4^{r\,III}$. $4^{q\,III}$. und sucht nun zu dem Flächeninhalt der Oeffnung von 9 Quadratzollen, zu dem Flächeninhalt der Querschnitte ihrer Wasserstrahlen von $7^{q\,II}$. $4^{r\,III}$. $4^{q\,III}$. und zu 324 die vierte Proportionalzahl, so ist diese 265.

Wasserstrahlen durch die viereckige [prismatische] Röhre, deren Grundfläche in jeder Seite zwey Zolle, und deren Länge, die Dicke der Platte, woran sie befestiget mit angeschlossen, acht Zolle beträgt.

In dem obern				mittlern				und untern Geschosse.			
$3^{q\,II}$.	$4^{r\,II}$.	$3^{q\,III}$.	$0^{r\,III}$.	$3^{q\,II}$.	$4^{r\,II}$.	$3^{q\,III}$.	$0^{r\,III}$.	$3^{q\,II}$.	$4^{r\,II}$.	$2^{q\,III}$.	$0^{r\,III}$.
3.	4.	3.	0.	3.	4.	2.		3.	3.	8.	6.
5.	5.	0.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	3.	6.	1.
5.	4.	2.	7.	3.	4.	4.	4.				
				3.	4.	1.	5.				

§. 81.

§. 81.

Da die Oeffnung dieser Röhre genau 2 Zoll weit gefunden wurde, so konnte man für den Querschnitt der Wasserstrahlen $3^{q\,II}$. $4^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. als das arithmetische Mittel annehmen. Indeß ist diese doch etwas größer, als die wahre dieser Oeffnung zugehörige Zahl. Denn es kommt auch hier wieder der durch die Dicke der festen, über die äussere bewegliche, der Röhre zur Befestigung dienende Platte, gebildete Ansatz, in Betracht. Wegen der Correction wollen wir bemerken, daß man die von dem Ansatze bewirkte Vermehrung des Wasserstrahles durch die viereckige Oeffnung in der simplen Platte $0^{q\,II}$. $1^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. fand, welches sehr nahe der zwanzigste Theil von dem wahren Wasserstrahl von $2^{q\,II}$. $5^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. $4^{r\,III}$. [im Querschnitte] ist. Daher wird man den ein und zwanzigsten Theil von dem Querschnitte des Wasserstrahles von $3^{q\,II}$. $4^{r\,II}$. $3^{q\,III}$. als dem arithmetischen Mittel abziehen müssen, welcher $0^{q\,II}$. $1^{r\,II}$. $11^{q\,III}$. beträgt. Alsdann bleibt für die wahre Größe des Wasserstrahles $3^{q\,II}$. $2^{r\,II}$. $4^{q\,III}$. und daher verhält sich der ganze Flächeninhalt der Oeffnung von $4^{q\,II}$. zum Querschnitte des Wasserstrahles von $3^{q\,II}$. $2^{r\,II}$. $4^{q\,III}$. wie 324 Theile zur vierten Proportionalzahl, welche $258\frac{9}{12}$ gefunden wird.

Wasserstrahlen durch die viereckige, einen Zoll weite Röhre, die mit Inbegriff der Dicke der Platte, woran sie befestigt ist, acht Zoll lang ist.

Im dem oberen,					mittleren,					und unteren Geschoße.				
$0^{q\,II}$.	$9^{r\,II}$.	$7^{q\,III}$.	$0^{r\,III}$.	$0^{q\,IV}$.	$0^{q\,II}$.	$9^{r\,II}$.	$8^{q\,III}$.	$4^{r\,III}$.	$0^{q\,IV}$.	$0^{q\,II}$.	$9^{r\,II}$.	$9^{q\,III}$.	$1^{r\,III}$.	$0^{q\,IV}$.
0.	9.	7.	0.		0.	9.	8.	7.	8.	0.	9.	8.	5.	
0.	9.	7.	9.	4.	0.	9.	6.	9.	7.	0.	9.	4.	6.	10.

§. 82.

Die Mündungen dieser Röhre sind an beyden Enden größer als 1 Zoll. Die kleinere geht nach aussen zu und übertrifft die Größe eines Quadratzolles ungefähr um $3^{q\,III}$. Da nun dieser Ueberschuß den acht und vierzigsten Theil eines Quadratzolles ausmacht, so muß man von dem mittlern Querschnitte der Wasserstrahlen, welche die Versuche geben und welchen man auf $0^{q\,II}$. $9^{r\,II}$. $7^{q\,III}$. $6^{r\,III}$. $2^{q\,IV}$. setzen kann, den neun und vierzigsten Theil der $0^{q\,II}$. $0^{r\,II}$. $2^{q\,III}$. $4^{r\,III}$. $3^{q\,IV}$. ist, abziehen und man erhält $0^{q\,II}$. $9^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. $1^{r\,III}$. $11^{q\,IV}$. zum Reste. Allein wegen des 4 Linien dicken Vorsprunges der festen Platte, über die bewegliche, woran die Röhre befestigt war, fällt auch dieser noch etwas zu groß aus. Dieser Vorsprung aber bewirkte bey der viereckigen simplen Oeffnung eine Vermehrung des Wasserstrahles von $0^{q\,II}$. $0^{r\,II}$. $2^{q\,III}$. $1^{r\,III}$. $4^{q\,IV}$., welches ungefähr den zwey und vierzigsten Theil von dem Querschnitte des durch die simple Oeffnung strömenden Wasserstrahles von $0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$.

4^{qIII}. 4^{rIII}. ist. Also muß der Wasserstrahl von 0^{qII}. 9^{rII}. 5^{qIII}. 1^{rIII}. 11^{qIV}. um ebenso viel d. h. um 0^{qII}. 0^{rII}. 2^{qIII}. 8^{rIII}. 5^{qIV}. vermindert werden. Hieraus ergiebt sich ein Rest von 0^{qII}. 9^{rII}. 2^{qIII}. 5^{rIII}. 8^{qIV}., oder auch 0^{qII}. 9^{rII}. 2^{qIII}. 6^{rIII}. und es verhält sich der Flächeninhalt eines Quadratzolles zum Flächeninhalte von 0^{qII}. 9^{rII}. 2^{qIII}. 6^{rIII}. wie 324 Theile zur vierten Proportionalzahl, welche $248\frac{7}{12}$ gefunden wird. Es verhalten sich also die Wasserstrahlen durch diese drey Röhren sehr nahe, wie die Zahlen 265; $258\frac{9}{12}$ und $248\frac{7}{12}$.

Wasserstrahlen durch die cylindrische Röhre von drey Zollen im Durchmesser und mit Inbegriff der vier Linien jeder Platte, woran sie befestigt ist, von einer Länge von acht Zollen.

In dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
5^{qII}. 11^{rII}. 9^{qIII}. 9^{rIII}	5^{qII}. 11^{rII}. 8^{qIII}. 9^{rIII}.	5^{qII}. 11^{rII}. 5^{qIII}. 10^{rIII}.
5. 11. 4. 8.	5. 11. 10. 3.	5. 11. 3. 6.

§. 83.

Da diese Röhre genau die richtigen Abmessungen hatte; so ist die Mittelzahl für [den Querschnitt] der Wasserstrahlen 5^{qII}. 11^{rII}. 7^{qIII}. 6^{rIII}. Jedoch muß diese Zahl wegen des Vorsprunges der festen Platte, über die auswendige bewegliche, um etwas vermindert werden. Dieser Vorsprung hat hier die Gestalt eines, um eine kreisförmige Oeffnung beschriebenen Quadrates. Daher findet man die von diesem Ansatze bewirkte Vermehrung aus folgender Proportion. Es verhält sich 14, d. h. das Quadrat, zu 11 dem eingezeichneten Kreise, wie der Wasserstrahl [im Querschnitte] von 7^{bII}. 4^{rII}. 4^{qIII}. durch die viereckige Röhre, zum Wasserstrahle durch die cylindrische Röhre, die mit der vorigen von gleicher Länge war. Dieser beträgt im Querschnitt gerechnet etwas weniger als 5^{qII}. 9^{rII}. 5^{qIII}. Ziehet man nun diese Zahl von dem Mittel für die Wasserstrahlen, welche die Versuche geben, nehmlich von 5^{qII}. 11^{rII}. 7^{qIII}. 6^{rIII}. ab, so ist der gesuchte Ueberschuß 0^{qII}. 2^{rII}. 2^{qIII}. 6^{rIII}. und nimmt man nun für den Flächeninhalt der ganzen kreisförmigen Oeffnung 324 Theile; so erhält der Querschnitt des Wasserstrahles durch die cylindrische Röhre ebenfalls auch hier 265 Theile.

Wasserstrahlen durch die cylindrische, wie die vorige, acht Zolle lange Röhre von zwey Zollen im Durchmesser, die Dicke der Platte, woran jene befestigt war, mit eingeschlossen.

Aus dem obern,				mittlern				und untern Geschoſſe.			
$2^{q\,II}$.	$7^{r\,II}$.	$0^{q\,III}$.	$8^{r\,III}$.	$2^{q\,II}$.	$7^{r\,II}$.	$3^{q\,III}$.	$4^{r\,III}$.	$2^{q\,II}$.	$7^{r\,II}$.	$3^{q\,III}$.	$4^{r\,III}$.
2.	7.	0.	1.	2.	7.	2.	3.	2.	7.	2.	7.

§ 84.

Auch diese Röhre schien durchaus ihre richtigen Abmessungen zu haben. Daher kann man auch hier für die Mittelzahl der Wasserstrahlen [im Querschnitte] $2^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $2^{q\,III}$. $10^{r\,III}$. oder $2^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $3^{q\,III}$. rechnen. Allein diese Zahl ist wegen des Ansatzes, welcher aus dem Vorsprunge der festen Platte, über die äussere bewegliche, womit die Röhre verbunden ist, entsteht, etwas zu groß. Dieser Vorsprung umfaßt jederzeit eine Größe von 9 Quadratzollen. Hier aber hat die kreisförmige Oeffnung nur zwey Zolle im Durchmesser. Daher muß man für die Wirkung $\frac{4}{9}$ von der ganzen Wirkung des zu einer Oeffnung von 3 Zollen im Durchmesser gehörigen Wasserstrahles, d. i. von $2^{q\,II}$. $2^{r\,II}$. $8^{q\,III}$. $7^{r\,III}$. nehmen. Alsdann erhält man $0^{q\,II}$. $11^{r\,II}$. $10^{q\,III}$. $5^{r\,III}$. $8^{q\,IV}$. und hiervon $\frac{4}{15}$, giebt $0^{q\,II}$. $2^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. $11^{r\,III}$. Verfährt man nun hierauf nach folgender Proportion und setzt das Quadrat 9 zu dem Kreise von 2 Zollen im Durchmesser, d. i. 63 zu 22 wie $0^{q\,II}$. $2^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. $11^{r\,III}$. zur vierten Proportionalzahl, welche $0^{q\,II}$. $0^{r\,II}$. $10^{q\,III}$. $6^{r\,III}$. gefunden wird, so ist diese Zahl sehr nahe der sechs und zwanzigste Theil der einfachen kreisförmigen Oeffnung. Also muß die Mittelzahl der Wasserstrahlen, welche die Versuche geben; nehmlich $2^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $3^{q\,III}$. um den sieben und zwanzigsten Theil vermindert werden, d. h. um $0^{q\,II}$. $1^{r\,II}$. $1^{q\,III}$. $10^{r\,III}$. $8^{q\,IV}$. oder auch $0^{q\,II}$. $1^{r\,II}$. $2^{q\,III}$. Daher bleibt für den berichtigten Querschnitt des Wasserstrahls eine Größe von $2^{q\,II}$. $6^{r\,II}$. $1^{q\,III}$. Wenn man nun für den Flächeninhalt der kreisförmigen Oeffnung von $3^{q\,II}$. $1^{r\,II}$. $8^{q\,III}$. $7^{r\,III}$.; 324 gleiche Theile annimmt, so erhält [der Querschnitt] des Wasserstrahles durch die zweyzöllige cylindrische Röhre, davon $258\frac{5}{12}$.

Wasserstrahlen durch die cylindrische Röhre von einem Zolle im Durchmesser und mit Inbegriff der vier Linien dicken beweglichen Platte, woran sie befestiget ist, acht Zoll lang.

In dem obern,	mittlern	und untern Geschoſſe.
$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. $1^{r\,III}$. $10^{q\,IV}$.	$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $6^{q\,III}$. $4^{r\,III}$. $6^{q\,IV}$.	$0^{q\,II}$. $7^{r\,II}$. $6^{q\,III}$. $3^{r\,III}$. $6^{q\,IV}$.
	0. 7. 5. 10. 5.	

§. 85.

Die beyden äußern Durchmesser dieser Röhre sind ungleich größer als 1 Zoll. Der kleinere befindet sich an der auswärts gehenden Mündung, und der Flächeninhalt derselben ist ungefähr um den sechzigsten Theil zu groß. Nimmt man indeß die Mittelzahl für die Wasserstrahlen der beyden untern Geschosse, nehmlich $0^{q''}.\ 7^{r''}.\ 6^{q'''}.\ 2^{r'''}.$ und ziehet den sechzigsten Theil d. i. $0^{q''}.\ 0^{r''}.\ 1^{q'''}.\ 6^{r'''}.$ davon ab, so bleibt $0^{q''}.\ 7^{r''}.\ 4^{q'''}.\ 8^{r'''}.$ zum Reste, von welchem man noch den, von dem Vorsprunge der festen Platte, über die äußere bewegliche, bewirkten Ueberschuß abzuziehen hat. Nun nehme man den neunten Theil von der ganzen Wirkung der dreyzölligen kreisförmigen Oeffnung, d. h. von $2^{q''}.\ 2^{r''}.\ 8^{q'''}.\ 7^{r'''}.$, so beträgt dieser $0^{q''}.\ 2^{r''}.\ 11^{q'''}.\ 7^{r'''}.$ Hiervon nehme man $\frac{8}{19}$, welcher Bruch das Verhältniß der 4 Linien zu der geraden Grundlinie der hierzu gehörigen Cycloide bezeichnet, und man erhält etwas weniger als $0^{q''}.\ 1^{r''}.\ 5^{q'''}.$ Diese Zahl muß noch in dem Verhältnisse der neun, d. i. des Quadrates, zu dem Kreise von einem Zolle im Durchmesser, d. h in dem Verhältnisse von 126 zu 11 verringert werden, und beträgt alsdann $0^{q''}.\ 0^{r''}.\ 1^{q'''}.\ 3^{r'''}.\ 8^{q^{iv}}.$, welche etwa den zwey und funfzigsten Theil von $0^{q''}.\ 5^{r''}.\ 9^{q'''}.\ 5^{r'''}.$, d. i. von dem Wasserstrahl durch die kreisförmige Oeffnung ohne Röhre ausmacht. Also muß der mittlere Wasserstrahl, nehmlich $0^{q''}.\ 7^{r''}.\ 4^{q'''}.\ 8^{r'''}.$ noch um den drey und funfzigsten Theil, d. i. um $0^{q''}.\ 0^{r''}.\ 1^{q'''}.\ 8^{r'''}.$ vermindert werden, wo alsdann $0^{q''}.\ 7^{r''}.\ 5^{q'''}.$ übrig bleiben. Rechnet man nun auf die Kreisfläche der einzölligen Oeffnung, nehmlich auf $0^{q''}.\ 9^{r''}.\ 5^{q'''}.\ 7^{r'''}.$, 324 gleiche Theile, so erhält der Querschnitt des Wasserstrahles von $0^{q''}.\ 7^{r''}.\ 3^{q'''}.$, 248, $\frac{2}{12}$ solcher Theile.

Daher verhalten sich die Wasserstrahlen durch diese drey cylindrische Röhren von gleicher Länge, nehmlich von 8 Zollen, wie die Zahlen 265; 258. $\frac{5}{12}$ und 248. $\frac{2}{12}$. Diese kommen denjenigen sehr nahe, welche durch die drey viereckige Röhren von gleicher Länge gefunden worden und folgende sind: 265; $258\frac{9}{12}$ und $248\frac{7}{12}$. Weil aber die Data nicht völlig genau sind; so kann man die zu obigen Zahlen gehörigen Brüche weglassen. Denn die ganzen sind zur Einsicht dessen, was dadurch beabsichtiget wird, hinreichend, und ihre respectiven Werthe unterscheiden sich von den wahren nur durch sehr unbedeutende Brüche.

§. 86.

Giebt man einer Fläche der in der dünnen Platte gemachten Oeffnung 324 gleiche Theile, so beträgt der Querschnitt des simplen Wasserstrahles 199 solcher Theile. Bringt man nun an einer dreyzölligen, zweyzölligen und einzölligen Oeffnung eine passende Röhre von 8 Zollen auswärts an, so findet man für den zugehörigen Wasserstrahl im ersten Falle ungefähr 265, im andern 258 und im dritten 248 dergleichen Theile. Hieraus folgt, daß durch eine gewisse Länge der Röhre der Wasserstrahl beträchtlich vermehrt werden könne. Nimmt man aber nach und nach immer längere Röhren, so nimmt die gedachte Vermehrung des Wasserstrahles bey einer fortgesetzten Verlängerung der Röhren allmählig wieder ab.

Da nun ferner ähnliche und auf ähnliche Art angebrachte Oeffnungen, ohne Rücksicht auf andere Umstände und Zufälle, ihren Größen zugehörige und proportionale

Wasserstrahlen geben müssen, so folgt auch, daß die zweyte Röhre in Bezug auf ihre Oeffnung länger ist als die erste, und zwar um so viel mehr, je länger die zur größern Oeffnung gehörige Röhre ist. Nach demselben Verhältnisse ist die dritte Röhre in Bezug auf ihre einzöllige Oeffnung weit länger als die beyden ersten. Hiernach aber müßte, anstatt der gemeinschaftlichen Länge von 8 Zollen oder 96 Linien, die zweyte verhältnißmäßig nur eine Länge von 64 und die dritte von 32 Linien haben. Daher sind durch den Ueberschuß von 32 Linien der zweyten und durch den Ueberschuß von 64 Linien der dritten Röhre, in jener ungefähr 7 und in dieser 17 von den 265 gleichen Theilen vernichtet, durch welche die Geschwindigkeit in der ersten Röhre ausgedruckt wird. Ehe wir nun in diesen Beobachtungen weiter fortgehen, so muß man noch bemerken, daß wenn hier von den Wasserstrahlen die Rede war, dieser Ausdruck so verstanden werden muß, daß er sich auf die Geschindigkeiten bezieht, womit das Wasser durch die Röhren ausströmt. So lange diese ganz angefüllt sind, so bleiben die Querschnitte in derselben stets gleich und ähnlich, und es ist mir nie gelungen, eine merkliche Zusammenziehung des Wasserstrahles oder irgend eine Aushölung oder Leere an den Röhrenmündungen zu entdecken. Betrachtet man daher die simple Oeffnung als völlig angefüllt, so beträgt die Geschwindigkeit nur 199 von 324 Theilen, welche der möglich größten Geschwindigkeit dieser Oeffnung zugehören, und das Wasser fließt durch die erste, zweyte und dritte Röhre mit einer Geschwindigkeit, welche durch 265, 259 und 248 dergleichen Theile ausgedruckt wird. Hieraus siehet man auch, daß bey einer gewissen Länge der Röhre zwischen ihrer äussern und innern Mündung in Bezug auf die Größe derselben auch ein gewisses Maximum der Geschwindigkeit Statt finden muß. Wie dieses nun beschaffen sey und in welchem Verhältnisse es mit der allmähligen Verlängerung der Röhre abnehme, ist eine interessante und nützliche, aber auch eine sehr schwere Untersuchung, welche uns jetzt von unserm Wege zu weit entfernen würde, auf die wir aber nach den Betrachtungen, welche noch über die mit cycloidalischen Ansatzröhren angestellten Versuchen zu machen sind, noch einmahl zurückkommen werden.

Wasserstrahlen durch quadratförmige drey Zolle weite Oeffnungen, welche mit dem cycloidalischen Ansatze und hierauf noch auswendig mit der vierechigen Röhre verbunden wurden.

Aus dem obern,			mittlern			und untern Geschoße.		
$8^{q\,II}$.	$5^{r\,II}$.	$4^{q\,III}$.	$8^{q\,II}$.	$4^{r\,II}$.	$2^{q\,III}$.	$8^{q\,II}$.	$5^{r\,II}$.	$8^{q\,III}$.
8.	5.	5.	8.	4.	4.	8.	6.	1.
			8.	4.	5.			

Auswendig wurde die viereckige Röhre angebracht.

Aus dem obern,	mittlern	und untern Geschosse.
$8^{q''}$. $7^{r''}$. $10^{q'''}$.	$8^{q''}$. $8^{r''}$. $1^{q'''}$. $0^{r'''}$.	$8^{q''}$. $6^{r''}$. $11^{q'''}$. $0^{r'''}$.
8. 7. 6.	8. 7. 11. 0.	8. 7. 8. 5.
	8. 7. 10. 6.	

Zur Prüfung brachte man noch im zweyten Geschosse eine cylindrische Röhre an, wodurch man folgende Wasserstrahlen erhielt.

$6^{q''}$.	$7^{r''}$.	$2^{q'''}$.
6.	5.	4.

Im untern Geschosse erhielt man vermittelst des größern cycloidalischen Ansatzes nachstehende Wasserstrahlen.

$8^{q''}$.	$8^{r''}$.	$2^{q'''}$.	$6^{r'''}$.
8.	8.	4.	8.
8.	8.	5.	6.

In demselben Geschosse brachte man noch inwendig die viereckige Röhre an, wodurch man nachstehende Strahlen erhielt.

$8^{q''}$.	$8^{r''}$.	$8^{q'''}$.	$0^{r'''}$.
8.	5.	4.	8.
8.	7.	7.	0.
8.	7.	9.	10.

§. 87.

Daher ergiebt sich für den Wasserstrahl vermittelst des cycloidalischen Ansatzes allein zur Mittelzahl.

oben	$8^{q''}$.	$5^{r'''}$.	$4^{q'''}$.	$6^{r''''}$.
in der Mitte	8.	4.	3.	0.
unten	8.	5.	10.	6.

Die Wasserstrahlen in dem zweyten Geschosse fielen etwas kleiner als in den beyden andern aus, und zwar, weil diese Oeffnung nicht so groß ist, als die beyden andern Oeffnungen. Folgende Zahlen $9^{q''}$. $1^{r''}$. $2^{q'''}$. $6^{r'''}$.; $9^{q''}$. $0^{r''}$. $1^{q'''}$. $6^{r'''}$.; $9^{q''}$. $0^{r''}$. $3^{q'''}$. $2^{r''''}$. bezeichnen die Größe der drey Oeffnungen oben, in der Mitte, und unten.

Daher müssen die mittlern Wasserstrahlen diesen ihren Oeffnungen proportional seyn und diese Proportionalität trifft zwischen den Oeffnungen und den Wasserstrahlen der beyden obern Geschossen genau genug zu. Denn es verhalten sich $9^{q''}. 1^{r''}. 2^{q'''}. 6^{r'''}$. zu $9^{q''}. 0^{r''}. 1^{q'''}. 6^{r'''}$. wie $8^{q''}. 5^{r''}. 4^{q'''}. 6^{r'''}$. zu $8^{q''}. 4^{r''}. 3^{q'''}$. Hiernach sollte die Zahl für den Wasserstrahl aus dem untern Geschosse kleiner, als die aus dem obern, und größer als die aus dem mittlern Geschosse seyn. Allein man findet sie etwas größer, wie jede der beyden andern; ob gleich dieser Ueberschuß so unbedeutend ist, daß er entweder von der etwas zu kurzen Zeit oder von der Heftigkeit des herausstürzenden Wasserstrahles herrühren kann, dergestalt, daß eine Zeitsecunde einen beträchtlichen Unterschied in dem Wasserstrahle hervorbringt. Setzt man für jetzt die Wasserstrahlen aus dem untersten Geschosse bey Seite, so ist das Verhältniß des Flächeninhaltes der Oeffnung gegen den Querschnitt des Wasserstrahles in ganzen Zahlen so groß, wie 2621 zu 2433, oder auch wie 324 zu $300\frac{1}{3}$ und nach Weglassung des Bruches $\frac{1}{3}$, wie 27 zu 25.

Weit näher aber kommen die Oeffnungen und die durch Röhren erhaltenen Wasserstrahlen einander. Daher kann man die Größe desjenigen Strahles als eine Mittelzahl ansehen, welche $8^{q''}. 8^{r''}. 0^{q'''}$. beträgt. Alsdann ist das Verhältniß der Oeffnung gegen den Wasserstrahl (im Querschnitte) so groß, wie 324 zu 312 oder wie 27 zu 26.

Da nun der mittlere Wasserstrahl durch den größern cycloidalischen Ansatz, mit welchem bloß in dem untern Geschosse die Versuche gemacht wurden, $8^{q''}. 8^{r''}. 4^{q'''}. 2^{r'''}$. beträgt, so verhält sich hier die Größe der Oeffnung zum Querschnitt des Wasserstrahles, wie 324 zu $313\frac{1}{27}$. Allein die Verbindung der Oeffnung mit einer viereckigen Röhre hat nur in dem ersten der fünf hier angestellten Versuche eine Vergrößerung des Wasserstrahles bewirkt. Der Querschnitt betrug $8^{q''}. 8^{r''}. 8^{q'''}$. und dieser fiel bey den vier andern weit kleiner aus. Auch waren sie kleiner als der mittlere Wasserstrahl, den der kleinere cycloidalische Ansatz gab, mit welchem eben dieselbe viereckige Röhre verbunden war. Dieses rührte wahrscheinlich davon her, daß die Mündung der Röhre etwas kleiner als die Oeffnung war. Daher brachen sich hier die gerade fortgehenden Wassertheilchen an der Oberfläche des cycloidalischen Ansatzes.

§. 88.

Aus den angeführten Versuchen gehet nun deutlich hervor:

1) Daß der kleinste Wasserstrahl (oder bey der völlig angefüllten Oeffnung) die kleinste Geschwindigkeit erfolget, wenn die Oeffnung in einer dünnen Platte gemacht ist.
2) Daß man den Wasserstrahl oder die Geschwindigkeit vermehrt, wenn man in der Oeffnung eine Röhre von einer gewissen Länge anbringt. Diese Länge hat ihre bestimmte Grenzen, außerhalb welcher die Geschwindigkeit bey einer fortgesetzten Verlängerung der Röhre wieder abnimmt.
3) Der Wasserstrahl wird noch mehr vergrößert, wenn inwendig an der Oeffnung ein Ansatz von einer gewissen Gestalt, wie unsre cycloidalisch geformten Ansatzröhren, angebracht wird; und die Vermehrung geschieht noch in einem größern Grade, wenn man außer dem Ansatze noch auswendig eine Röhre von gleicher Weite und von einer gewissen Länge anbringt. Und obgleich nun vermittelst der an einer und der-

selben Oeffnung angebrachten Ansatz und Röhren, das Reiben übermäßig vermehrt wird; so wird dessen ungeachtet der Wasserstrahl oder dessen Geschwindigkeit merklich vergrößert. Daher ist der Widerstand der aus dem bloßen Reiben entsteht an und für sich von geringer Erheblichkeit.

4) Prismatische und cylindrische Röhren tragen zur Vergrößerung des Wasserstrahles mehr bey als pyramidenförmige und conische; weil jene Röhren eine Art von Ansatz bilden, in welchem die Oeffnung, dessen vordere Mündung ist.

5) Die gedachten Röhren werden auf eine zwiefache Art angebracht. Erstens in der Art, daß man die hintere nach dem Wasser gerichtete Mündung verschlossen und die vordere offen hält; und zweytens auf eine umgekehrte Art, so daß die hintere offen und die vordere verschlossen bleibt. In beyden Fällen, wurde keine Verschiedenheit in den Wasserstrahlen selbst bemerkt; wohl aber ereignete es sich in dem ersten Falle oft, daß man an dem Boden der Röhre einige daselbst eingeschlossene Luft entdeckte, wodurch eine Störung in dem Versuche verursacht wurde. Allein in dem zweyten Falle gelang alles besser, weil, wenn vorne etwas Luft in der Röhre zurückgeblieben war, diese gleich anfänglich von dem zuerst ausströmenden Wasser fortgetrieben wurde.

6) Aus diesem allen und der aufmerksamen Betrachtung dessen, was bey dem Auslaufen des Wassers durch eine in einer dünnen Platte gemachte Oeffnung natürlicher Weise folgt, kann man schließen, daß wenn man auswendig an einer Oeffnung eine kurze Ansatzröhre anbringt, deren Basis die Oeffnung und deren vordere Mündung dem Querschnitte der größten Zusammenziehung vollkommen gleich und ähnlich ist, und die von den innern Rändern der Oeffnung so weit absteht, als der Wasserstrahl selbst davon entfernt ist, und wenn ferner die Seiten oder innern Wände der Ansatzröhre, welche vollkommen polirt und abgeschliffen sind, den natürlichen Lauf des Wassers befördern, so daß das Wasser kaum die Wände berührt; alsdann, sage ich, man schließen kann, daß da man in diesem Falle, die vordere Mündung des Ansatzes für die Größe der Oeffnung nehmen kann, diese einen beständigen, sich stets gleich bleibenden Wasserstrahl bilden muß. Denn nach dem was gesagt ist, giebt es über diese Stelle hinaus, weiter keine Zusammenziehung. Daher erhält man natürlicher Weise die größte Wassermenge oder die größte Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers durch diese äußere Mündung.

7) Einen gleichen Erfolg hat man zu erwarten, wenn man inwendig eine Ansatzröhre von der so eben gedachten Gestalt anbringt, und daher geben jene Ansatzröhren, welche wir schon beschrieben haben, eine dem Maximum sehr nahe Ausflußmenge. Je mehr aber solche Ansatzröhren von dieser Gestalt abweichen, desto geringer wird, ohne Rücksicht auf Nebenumstände und andere Zufälle, die Ausflußmenge seyn.

§. 89.

8) Eben diese Folgerungen lassen sich auch aus den Versuchen des Marchese Poleni herleiten, welche er in seiner Abhandlung de Castellis aufgestellt hat. Dieser hatte eine dünne eiserne Platte, in welche eine kreisförmige Oeffnung von 26 Linien im Durch-

Durchmesser eingeschnitten war, auf den Boden eines Gefäßes, worin das Wasser auf eine beständige Höhe erhalten wurde, befestiget. Das durch diese Oeffnung ausströmende Wasser füllte ein anderes Gefäß in einer Zeit von 4 Minuten und 36 Secunden an. Als er hierauf eine cylindrische 92 Linien lange Röhre von demselben Durchmesser in die Oeffnung steckte, wurde das Gefäß in einer Zeit von 3 Min. 7 Sec. angefüllt. Vermittelst einer conischen 92 Linien langen Röhre, deren vordere Mündung 26, die hintere nach dem Wasser gerichtete 33 Linien betrug, wurde das Gefäß bey wiederholentlich angestellten Versuchen in 2 Min. 57 Sec. angefüllt. Vermittelst einer andern conischen Röhre von derselben Länge, deren vordere Mündung 26, die hintere 42 Linien betrug, wurde dasselbe Gefäß anfänglich in einer Zeit von 2 Min. 57 Sec., nachher aber in mehrern andern, in 2 Min. 59 Sec. angefüllt. Vermittelst einer andern conischen Röhre von derselben Länge, deren vordere Mündung 26, die hintere aber 60 Linien betrug, wurde das Gefäß in 3 Minuten angefüllt. Endlich wurde, vermittelst einer andern conischen Röhre, welche den vorigen, bis auf den 18 Linien haltenden Durchmesser der hintern Mündung, gleich war, dasselbe Gefäß in einer Zeit von 3 Min. 4 Sec. auch wohl 3 Min. 6 Sec. angefüllt. Daher erhielt man durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte, die kleinste Ausflußmenge oder den kleinsten Wasserstrahl. Er wurde größer vermittelst einer cylindrischen Röhre. Dieser nahm bey den conischen Röhren, deren Durchmesser der hintern Oeffnung 118;60;42;33 Linien betrug nach und nach immer mehr zu; vornehmlich fiel vermittelst der letztern die Ausflußmenge beständig größer als bey den übrigen aus. Indeß füllte kein Wasserstrahl alles aus, weil die Röhren von den oben beschriebenen natürlichen Größe und Gestalt abwichen. Dieser ganzen Ausfüllung aber näherte sich die conische Röhre mehr als jede andere, nehmlich diejenige, deren Durchmesser der vordern und hintern Mündung 26 und 33 Linien betrug. Diese Durchmesser verhalten sich sehr nahe wie die Zahlen 41 zu 52. Indeß war die Oeffnung nicht durchaus angefüllt, weil die Länge dieser Röhre von 92 Linien, zu groß war und ihre innern Wände nicht mit der natürlichen Gestalt des Wasserstrahles übereinstimmten. Aus demselben Grunde konnten uns auch unsere cycloidalischen Ansatzröhren nur solche Wasserstrahlen geben, welche den durchaus angefüllten äußerst nahe kommen, indem ihre vordere Mündung 36, die hintere 72, und die Länge $28\frac{1}{3}$ Linien betrug, da nach unsern Beobachtungen die hintere Mündung nur 46, und die Länge nur 18 oder nach Newton 36 Linien betragen sollte.

§. 90.

Obgleich nun dieses zuverläßig genug zu seyn schien, so wurden doch nichts desto weniger darüber folgende Versuche angestellt. Am 18ten und 19ten Sept. des Jahres 1766 wurde an der kreisförmigen Oeffnung von drey Zollen im Durchmesser inwendig ein Ansatz, dessen innere Mündung 46 und die Länge 18 Linien betrug, angebracht. In den wiederholten Versuchen, welche in den drey Geschossen gemacht wurden, überschritt der Wasserstrahl (im Querschnitte genommen) nie die Grenze von $6^{q\,II}.\ 7^{r\,II}.\ 5^{q\,III}.$

welche Größe als ein Maximum 7qu. 0ru. 10qu'. betragen, d. h. der Kreisfläche der äussern Mündung gleich seyn sollte. Allein während des Versuches hörte man ein starkes Brausen, welches von dem Strudel rings um die innere Mündung der Ansatzröhre hervorgebracht wurde, die von den innern Wänden des quadratförmigen, 8 Zolle in der Seite haltenden in der Mauer angebrachten Loches, 25 Linien absteht. Diesen Strudel schaffte man durch eine Messingplatte an der gedachten innern Mündung, wodurch die Oeffnung gleichsam abgeglichen wurde, größtentheils weg. So wurden verschiedene Versuche angestellt und der Wasserstrahl betrug zu verschiedenen Mahlen 6qu. 10ru. Durch diese Vermehrung erhielt man einen Wasserstrahl, der ungefähr demjenigen gleich war, welchen man vermittelst der größern cycloidalischen Ansatzröhre bekommen hatte, wenn er selbige von aussen mit einer viereckigen Röhre verband. Ordnet man sich nun diese Proportion, nach welcher sich die Oeffnung von 9 Quadratzollen zu dem gedachten Wasserstrahl von 8qu. 8ru. 8qu'., welcher am größten gefunden wurde, so verhält, wie die Kreisfläche von 7qu. 0ru. 10qu'. zu dem zugehörigen Wasserstrahl, so beträgt dieser 6qu. 10ru. 2qu' 6ru'.

Am 9ten und 10ten October d. J. erhielt man durch eine andere ähnliche, 22 Linien lange Ansatzröhre bey trübem Wasser einen Wasserstrahl von 6qu. 10ru. 11qu'.

Am 15ten und 16ten desselben Monathes erhielt man vermittelst einer 24 Linien langen Ansatzröhre zu verschiedenen Mahlen einen Wasserstrahl von 6qu. 11ru. 5qu'. (im Querschnitte.) Daher betrug die Abweichung von dem möglich größten ungefähr $\frac{1}{58}$.

Am 22sten und 23sten October erhielt man vermittelst einer viereckigen, und wie oben, 24 Linien langen Ansatzröhre, die viereckig und an der festen, 4 Linien dicken Platte angebracht ward, so, daß die ganze Länge 28 Linien ausmachte, einen Wasserstrahl, der nicht über die Grenze von 8qu. 9ru. 4qu'. ging, welche nach dem Verhältniß des vorigen Wasserstrahls durch die kreisförmige Oeffnung eine Größe von 8qu. 9ru. 10qu'. 6ru'. erreichen sollte. Daher beträgt die Abweichung von dem möglich größten ungefähr $\frac{2}{81}$. Es bewirkte also die in gerader Richtung fortgehende Verlängerung von 4 Linien nicht eine Vermehrung, sondern eine Verminderung des Wasserstrahles.

Versuche von einer andern Länge der Ansatzröhren wurden nicht angestellt, aber diese geben größtentheils deutlich zu erkennen, daß wir hier Hindernisse antreffen, die von der äussern Luft, von dem Reiben, vornehmlich aber von der, von der Hauptrichtung abweichenden Seitenbewegung herrühren, so, daß man, wenn man Ansatzröhren von vollkommner Gestalt und richtigeren Abmessungen macht, auch eine größere Wirkung hoffen kann, so wie wir dergleichen in den nächstfolgenden Jahre 1767 wollen anfertigen lassen. Wenn man aber die gedachte größte Wirkung, oder den größten Wasserstrahl, oder die größte Ausflußmenge erlangt hat, so wird man durch Verbindung der Röhren u. a. dergl. mit den Ansatzröhren nichts weiter als eine Verringerung bewirken.

Nach dieser Betrachtung können wir die Wasserstrahlen durch die quadratförmigen, zwey und einzölligen Oeffnungen in den dünnen Platten, und diejenigen Röhren, mit welchen die in dem (70 §.) und in den folgenden §§. angeführten Versuche angestellt sind, sehr genau berichtigen. Allein hier wollen wir nun zunächst untersuchen, wie die Krümmung solcher Ansatzröhren beschaffen seyn müsse.

§. 91.

Man betrachte nun die Figur bbaa (Fig. 27.) welche das Wasser im Ausströmen durch die in einer dünnen Platte gemachten Oeffnung bb bildet. Hier erhält der Wasserstrahl nach einer kurzen Entfernung die geringere Breite aa seiner größten Zusammenziehung. Ueber diese hinaus nimmt der Strahl wieder zu und vergrößert sich immer mehr, je weiter er fortgeht, bis er sich endlich durch den beständigen Widerstand der Luft, bey der freyen ungehinderten Bewegung, in sehr kleine Tropfen auflöst. In dieser Figur verhält sich der Durchmesser der Oeffnung bb zum Durchmesser des Wasserstrahles in der Stelle aa, wie 52 : 41 nach den Versuchen des Poleni, und sehr nahe, wie 23 zu 18 nach den unsrigen, und die Entfernung bh ist halb so groß als die aa. Der Wasserstrahl aber krümmt sich nach der Linie ba dergestalt, daß wenn bb 46 gleiche Theile hätte, auf aa deren 36 gerechnet werden müßten. Daher stehen die gleichen Linien ah, ah von der mit der Axe der Bewegung parallel laufenden Linie be um 5 solcher Theile ab. Die Curve ba scheint eine Art Cycloide zu seyn. Denn die Wirkungen der Natur geschehen auf die einfachste Art und in der kürzesten Zeit, und jeder Tropfen, der in b ankommt, geht in a mit einer Richtung fort, welche aus unzehligen andern in der kürzesten Zeit zusammen gesetzt wird. Allein jede in der kürzesten Zeit zusammen gesetzte Bewegung geschieht bekanntlich nach einer cycloidalisch gestalteten Linie.

Indeß kann die Curve ba nicht eine gemeine Cycloide vorstellen. Denn wenn der Durchmesser des Erzeugungskreises 5 Theile erhält, so würde der halbe Umfang und also die gerade Grundlinie der Cycloide der Länge nach $7\frac{6}{7}$ solcher Theile betragen, da sie doch deren weit mehr haben muß.

Noch viel weniger kann sie eine gemeine Cycloide seyn, wenn bh nach Newton 46 Theile erhält. Indeß wird sie eine verlängerte Cycloide ausdrucken, welche von einem Puncte innerhalb des sich auf einer geraden Linie nach derselben Richtung wälzenden Kreises beschrieben wird. So geschiehet es mit einem jeden Wassertropfen, der in seinem Laufe von dem Puncte b mit einer schiefen Richtung nach und nach auf die mit der Axe der Bewegung parallel laufenden Wassertheilchen trifft, woraus die Krümmung seines Weges zusammen gesetzt wird. Diese Krümmung findet man, wenn man die gemeine Cycloide vermittelst eines Zeugungskreises beschreibt, dessen Durchmesser 5 von den 36 Theilen beträgt, welche den Durchmesser oder die Seite der vordern Mündung von dem Ansatze ausmachen, dessen hintere Mündung 46 dergleichen Theile im Durchmesser hält. Ziehet man nun viele mit der geraden Grundlinie von $7\frac{6}{7}$ Theilen, parallellaufende Ordinaten, und ordnet man nun Proportionen, nach welchen sich jede Ordinate der gemeinen, zu jeder Ordinate der gedehnten Cycloide, wie $7\frac{6}{7}$ zu 24 als der angenommenen Länge der Ansatzröhre verhält; so findet man auf diese Art viele Puncte, durch welche eine Curve bestimmt wird, welche die gesuchte gedehnte Cycloide ist.

Hieraus läßt es sich nun leicht erklären, warum unsere cycloidalischen Ansätze, ob sie gleich von der oben beschriebenenen Gestalt abwichen, dennoch eine merkliche Vermehrung des Wasserstrahles bewirken konnten, die in allen Versuchen, bey welchen die Wasserhöhen selbst mehrere Fuß von einander verschieden waren, bemerkt wurde. Denn wenn man diese Ansätze inwendig in das Wasser, welches gerade auslaufen will, hinein steckt,

und diese rings um die Oeffnung herum angelegt sind, so verhindern sie den Stoß der seitwärts gehenden Theilchen gegen den Hauptstrahl, wodurch das Wasser beym Ausströmen aus der Oeffnung desto weniger von seiner Kraft verliehrt.

Uebrigens wird jeder schiefe Wasserfaden, der wie aa auf den Ansatz bf stößt (Fig. 28.) nach c reflectirt, von hier wird er von neuem nach cd reflectirt, wo er die schiefen Wasserfäden aa, dd trifft, welche ihn nöthigen, eine Krümmung wie de de anzunehmen, und ihn weniger schief und mit dem Hauptstrahl mehr parallel machen. Vornehmlich aber krümmen sich diejenigen Wassertheilchen, welche von den sehr nahe an dem Ansatze befindlichen reflectirten Wassertheilchen getroffen werden. Aus diesem Grunde muß daher der Wasserstrahl schon zunehmen, noch mehr aber, weil jeder Wasserfaden, in welcher Stelle er die cycloidalisch geformte Oberfläche des Ansatzes auch trifft, sich längs derselben bis zum freien Ausflusse durchstreifen kann, welches nun mit dem möglichst geringsten Verluste seiner Geschwindigkeit geschieht, indem die Bewegung des Wassers längs einer Cycloide von der Bewegung anderer Körper längs derselben nicht verschieden ist, wenn nehmlich dieselben Ursachen und Umstände eintreten. Die Ursache der Bewegung aber ist allen Körpern gemeinschaftlich und ist die Schwere. Diese beschleunigt die Bewegung aller festen freyfallenden Körper beständig und auf eine gleichförmige Art. Allein das durch die Oeffnung ausfließende Wasser läßt sich hier wie ein fester Körper betrachten, und wird durch den Druck der über der Ausflußöffnung stehenden Wassers zur Bewegung genöthiget. Der Druck wirkt in Bezug auf die Beschleunigung, wie der freye Fall. Daher sind die Umstände der festen Körper und des Wassers, so fern die Bewegung cycloidalisch ist, dieselben, und die Bewegung selbst rührt bey beyden von einer und derselben Ursache her. Also sind die Bewegungsgesetze fester und flüssiger Körper einerley, wenn sich diese mit allen ihren Theilen vereinigt, längs derselben Cycloide bewegen.

Man könnte dagegen einwenden, daß der Beweis von der Bewegung fester Körper längs einer Cycloide voraussetzt, daß sich die Bewegung vom Zustande der Ruhe anfangen müsse. Allein in unserm Falle hat das Wasser welches die cycloidalische Oberfläche trifft, schon einen gewissen Grad der Geschwindigkeit erlangt; also ꝛc.

Allein es läßt sich hierauf antworten, daß in der Annahme derer, nach welchen die größte Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers nicht augenblicklich erfolgen, sondern von der Ruhe anfangen soll, kein Einwurf enthalten sey; auch selbst in der Voraussetzung derer nicht, welche eine schon vorhandene Geschwindigkeit bey einem bewegten Körper, wenn er die Cycloide trifft, annehmen; wofern nur in den verschiedenen Körpern, welche auf eine gleiche Art dieselbe Cycloide treffen, die nehmliche Geschwindigkeit Statt findet. Da vorauszusetzen, die Bewegung müsse bey allen Körpern von der Ruhe anfangen, oder die Bewegung müsse bey allen mit derselben Geschwindigkeit anfangen und mit denselben Umständen begleitet seyn, ist in Bezug auf den gleichen Erfolg wohl immer eine und dieselbe Sache, d. h. in Bezug auf die, längs einem gleichen und ähnlichen Bogen der Cycloide, fortgesetzte Bewegung. Daraus erhellet nun die Ursache einer so merklichen Vergrößerung des Wasserstrahles, welche vermittelst cycloidalischer Ansätze bewirkt wird.

§. 92.

Mit mehreren Schwierigkeiten aber ist die Erklärung der durch gleich weite prismatische oder cylindrische Röhren bewirkte Vergrößerung des Wasserstrahles, begleitet. Indeß wird man sich diese Erscheinung wenigstens zum Theil erklären können; wenn man hierbey eine ziemlich alltägliche Erfahrung zum Grunde legt, nach welcher jeder mit einer beträchtlichen Geschwindigkeit bewegter Wasserkörper, der in einen Canal oder geräumigern Behälter eindringt, dessen Boden kein solches Gefälle hat, wodurch dem Wasser seine vorige Geschwindigkeit erhalten werden könnte. Hier ist der Erfolg dieser: Nach einer geringen Entfernung wird der Lauf des Wassers, welches sich in einen größern Raum ausbreitet, langsamer als dasjenige, welches mit einer größern Schnelligkeit, aber in einem beengterm Raume darüber strömt. Allein nach den Bewegungsgesetzen anderer Körper kann auch hier nicht der erstere von dem kleinern Körper mit derselben Geschwindigkeit fortgestoßen werden. Wenn daher der kleinere und sich schneller bewegende Wasserkörper, an den größern und langsamern stößt; so verliert jener einen Theil seiner Geschwindigkeit und hiermit vergrößert sich der vorangehende Wasserkörper um so viel mehr bey seiner weitern Bewegung, und je mehr er sich vergrößert, desto größer wird auch der Widerstand und je größer dieser Widerstand wird, desto mehr vermindert sich die ihn forttreibende Kraft. Wenn indeß das Widerspiel der wechselseitigen Einwirkung eine Zeit lang fortgedauert hat, so erhebt sich das voreilende Wasser und ist bemüht in dieser größern Ausdehnung hinterwärts anzuschwellen, und zum Theil in dasjenige zurückzutreten, von welchem es selbst vorwärts getrieben wird. Auf diese Art werden die hinten zurückgebliebenen leeren Räume angefüllt und endlich die Kräfte ins Gleichgewicht gesetzt, und das voreilende Wasser nimmt die zu einer regelmäßigen Bewegung erforderliche Geschwindigkeit an, die sowohl seiner Masse als der Beschaffenheit des Canals, welcher selbiges aufnimmt, angemessen ist. Diese Erscheinung zeigt sich sehr häufig, sie ist daher von uns oft geflissentlich veranlaßt worden und läßt sich, wie man hier sieht, aus mechanischen Gründen herleiten. Auf eine ähnliche Art kann man, wenn ich mich nicht irre, die Wirkung prismatischer oder cylindrischer Röhren, welche an den Oeffnungen der Gefäße, zur Beförderung der ausfließenden Wassermenge angebracht werden, erklären. Denn nur diese Röhren gestatten, weil sie oben verschlossen sind, dem Wasser keine größere Erhebung. Wenn es daher in diese anfänglich mittelst des verminderten Wasserstrahles und mit einer bestimmten Geschwindigkeit eingedrungen ist, so vergrößert sich, wie schon wiederholentlich bemerkt worden ist, derselbe nach einer kleinen Entfernung und zwar um so mehr, je weiter das Wasser fortgeht. Indem es so einen kleinen Theil seines Weges zurückgelegt hat, stößt es rings umher an die Seitenwände der Röhre und dehnet sich so aus, daß es den ganzen Raum derselben ausfüllt. Während dieser Zeit vermindert sich die Geschwindigkeit, welche der Wasserstrahl in seiner größten Zusammenziehung hatte, und je größer das Stück der mit Wasser völlig ausgefüllten Röhre ist, desto mehr Hindernisse finden, die darauf folgenden Wassertheilchen. Daher erhalten die vorne weiter gehenden Wassertheilchen eine kleinere Geschwindigkeit, und da sich diese nicht erheben können und von den ihnen nacheilenden Wassertheilchen unaufhörlich fortgestoßen werden, so wirken jene zurück und dadurch füllen sich die vor der größten Zusammen-

ziehung des Wasserstrahles zurückgebliebenen leeren Räume an. Daher wird die Stelle der größten Zusammenziehung vor dem zurückdrückenden Wasser gleichsam zurück getragen. Wenn sich nun die Repercussionen selbst bis auf die seitswärts liegenden Theilchen, welche in schiefer Richtung nach der Mündung gehen, fortpflanzen, so giebt es denselben eine weniger schiefe und mehr mit der Axe der Bewegung parallellaufende Richtung. Dadurch verstärkt und vergrößert sich die Hauptbewegung nach einer geraden Richtung, woraus die Vermehrung des Wasserstrahles oder der Ausflußmenge erfolgt. Da nun bey einer weiter fortgesetzten Verlängerung der Röhre auch die Hindernisse zunehmen; so erfolgt auch auf der andern Seite nach und nach wieder eine Verminderung der Geschwindigkeit oder Ausflußmenge. Die Erklärung dieser Erscheinung würde sich vielleicht noch aus mehr geometrischen Gründen entwickeln lassen; allein es ist mir hier genug, die Ursachen angezeigt zu haben, welche viel dazu beytragen die Längen der Röhren zu untersuchen, die nach ihrer Weite die größte Wassermenge geben, und das Verhältniß zu bestimmen, nach welchem bey einer zu großen Röhrenlänge die Ausflußmenge vermindert wird.

[Die folgenden §. §. des Originals sind deshalb weggelassen, weil sie nur unsichere Hypothesen über die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen enthalten, ohne daß hiebey Versuche angeführt werden.]

Franciscus Dominicus Michelotti's,

Professor der Mathematik auf der Königl. Universität zu Turin.

Hydraulische Versuche.

Zweyter Theil.

Zweyter Theil

Hydraulischer Versuche.

Erster Abschnitt.

Von einigen besondern Irrthümern in der Theorie der fließenden Gewässer.

§. 96.

Nachdem wir das Fundamentalgesetz dieser Wissenschaft in seinem ganzen Umfange aus mechanischen Gründen erwiesen und durch viele, theils von uns, theils von andern angestellte Versuche bestätiget und daraus verschiedene, zur Beförderung und Befestigung der Theorie und Ausübung nützliche und brauchbare Folgerungen gezogen haben; so ist nichts weiter übrig, als noch einiges andere in ein näheres Licht zu setzen. Allein eben so nothwendig die Erfindung und Feststellung der Grundsätze ist, eben so nützlich ist die Entdeckung und Berichtigung besonders einiger Irrthümer, in welche bisweilen Männer von vieler Einsicht verfallen, wohin unter andern auch die Behauptung gehört, daß die Theorie der fließenden Gewässer aus den Oeffnungen der Gefäße mit dem Laufe der Ströme nichts gemein habe. Wahrscheinlich wurden sie zu diesem Irrthume von der Schwierigkeit, eine richtige Anwendung von jenen Principien zu machen, geleitet; allein ich schmeichele mir, daß sie in diesem zweyten Theile jene Dunkelheiten werden aufgehellet sehen.

Ein anderer eben so häufig obwaltender Irrthum ist der, daß bey fließenden Gewässern wegen der wechselseitigen Adhäsion und Anklebrigkeit aller Theile, die Beschleunigung oder Verzögerung der vorhergehenden Theile, auch bey den nachfolgenden, eine Beschleunigung oder Verzögerung bewirken soll, und ohne dabey auf die Ursachen, Wirkungsart und Umstände zu sehen, macht man ein Gemische von geometrischen und mechanischen Principien, wodurch die wenigen Erfahrungen noch ganz verdunkelt werden. Uebrigens ist die vorliegende Frage leicht aufzulösen, wenn man von den gedachten Principien, einen richtigen Gebrauch macht. Denn es ist wohl entschieden, daß ein weniger

schneller Körper einen schnellern der vorangeht und dieser jenen nicht beschleunigen kann, wenn sie nehmlich von einander ganz abgesondert und getrennt sind. Allein diejenigen, welche solches behaupten sagen, diese Absonderung oder Trennung ist gerade der Umstand welcher bey den Theilen der fließenden Gewässer nicht eintritt, indem man bey ihnen eine gewisse Adhäsion, vermöge welcher alle Theile mit einander vereinigt werden, zugeben muß. Auch hierauf ist die Antwort leicht. Denn wenn vermöge der Adhäsion oder Anklebrigkeit der Theile, wie sie auch immer beschaffen seyn mag, die vorhergehenden schnellern Theile, die langsamern hinter sich nach sich ziehen können, so können auch wieder diese, vermöge eben der Eigenschaft, die schnellern und vorangehenden Wassertheilchen verzögern. Und da bey den Körpern die Wirkung der Gegenwirkung allemahl gleich und entgegengesetzt ist; so wird die Wirkung einer solchen Anklebrigkeit entweder gänzlich zernichtet oder es entsteht eine solche Verbindung zwischen den schneller und langsamer fließenden Theilen, daß die vorhergehenden und nachfolgenden mit einer gemeinschaftlichen Bewegung fortgehen, und damit fällt also die Hypothese, daß die vorhergehenden Theile sich schneller bewegen, weg. Ferner muß man also die zunehmende Geschwindigkeit der nachfolgenden Theilchen, nicht bloß der Cohäsion oder dem Zusammenhange derselben mit den schnellern vorhergehenden zuschreiben. Denn die von einer solchen Ursache herrührende Wirkung kann nicht über ihre bestimmte Grenze hinausgehen. Die weit gewöhnlichere Ursache der zunehmenden Geschwindigkeit in den vorhergehenden Wassertheilchen aber ist ein größerer Abhang oder ein größeres Gefälle des Bodens, oder eine andere gleichgeltende Ursache. Wenn nun dadurch die anfängliche Geschwindigkeit zunimmt, so muß sich der Wasserkörper nothwendiger Weise vermindern und der Spiegel herab senken. Dadurch erhält das nachfolgende Wasser auch ein etwas größeres Gefälle, wodurch es schneller fortgeht und die Geschwindigkeit desselben nimmt bis auf eine gewisse Grenze zu, nehmlich so weit, als das zuletzt erlangte Gefälle des Wasserspiegels geht. So erstreckt sich auch die Verzögerung der nachfolgenden Theile, welche von den vorhergehenden verursacht wird, nur bis auf eine gewisse Grenze und nicht weiter. Eben so ist es auch, wenn der natürlich freie Lauf gehindert oder von einem Widerstande aufgehalten wird. Denn nun steigt der Wasserspiegel in die Höhe, und mit seinem Ansteigen verliehrt das nachfolgende Wasser einen Theil von seinem Gefälle auf der Oberfläche, und dieses dauert so lange bis die vermittelst des vergrößerten Wasserkörpers vermehrte Höhe eine Geschwindigkeit erlangt, welche zur gleichförmigen Bewegung nothwendig ist. Ist nun der natürliche Lauf des Flusses wiederhergestellt, so ist offenbar, daß sich eine solche Verzögerung oder ein solches Anschwellen nicht über die gedachte Grenze hinaus, verbreiten kann.

Ein anderer Gegenstand, womit sich die erfahrensten Männer oft beschäftiget haben, betrifft die schnellere oder langsamere Ausleerung der Wasserhälter vermittelst mehr oder weniger abhängiger Canäle. In diesem Betrachte behaupte ich, daß, wenn das aus dem Gefäße oder Behälter abgeflossene Wasser, von einer andern Ursache als derjenigen, wodurch selbiges zum Ausflusse genöthiget ist, beschleuniget wird, sich diese Beschleunigung den folgenden aus diesem Gefäße abfließenden Theilchen nicht mittheilen wird. Und hierzu füge ich noch hinzu, daß wenn das voranlaufende Wasser auf irgend ein Hinderniß stößt, wodurch dasselbe verzögert wird, alsdann seine Oberfläche erhöhet und es selbst gleichsam zurückgetragen wird, und einen Rückstand verursachet, welches so lange dauert,

bis es in grösserer Masse und mit einer von der größern Höhe erlangten Geschwindigkeit seinen Lauf gleichförmig fortsetzen kann. Wenn demnach dieses Anschwellen nicht in der Nähe des Ausflusses aus dem Behälter geschieht, so wird dadurch die Ausleerung nicht verzögert werden. Die Sache scheint mir sehr klar zu seyn. Daher bin ich besorgt, daß manche diese Erläuterung für überflüssig halten möchten. Allein diese bitte ich, mir solches zu Gute zu halten, indem es mir bey verschiedenen Gelegenheiten, aller Anstrengung ungeachtet, nicht gelang, diese Sache gewissen Personen begreiflich zu machen. Vielleicht aber wollten sie auch nicht davon überzeugt scheinen. Daher glaube ich ausser den hier angegebenen Gründen, auch die sie bestätigenden Versuche dem Publico mittheilen zu müssen.

Versuche über die Ausleerung der Behälter.

§. 97.

Am 4ten September 1765 wurde der obere Behälter 2 Fuß hoch mit Wasser angefüllt. Als das Wasser in Ruhe war, wurde (Fig. 2.) das Schutzbrett des kurzen cycloidalischen Canals 6 Zoll hoch aufgezogen. Daher senkte sich der Wasserspiegel im Behälter in einer Zeit von 3 Minuten 25 Secunden 18 Zoll herab. Die Beschreibung dieses Canales und der andern Gerinne, welche bey diesen Versuchen erwähnt werden, kann man im (§. 4.) des ersten Theiles nachsehen.

Dieser Versuch wurde an demselben Tage unter denselben Umständen wiederholt und die Senkung von 18 Zollen geschahe in 3 Minuten 27 Secunden.

Am 6ten September wurde dieser Versuch nochmahls wiederholt, und in 3 Minuten 28 Secunden erfolgte dieselbe Herabsenkung um eine Tiefe von 18 Zollen. Nachdem man aber die Breite der Einmündung dieses Canals untersucht hatte, so fand man, daß sie 1 Linie, über einen Fuß, welches die gemeinschaftliche Breite der Einmündungen aller drey Canäle seyn sollte, betrug.

Am 5ten September wurde der Behälter wie oben, 2 Fuß hoch mit Wasser angefüllt. Hierauf wurde nun das Schutzbrett des zur rechten Seite befindlichen Canales, der sich doppelt so weit als der vorhergehende erstreckte und zwey Wendungen machte, so schnell wie möglich aufgezogen und das Wasser senkte sich in einer Zeit von 3 Minuten 30 Secunden 18 Zoll tief herab.

Dieser Versuch wurde unter denselben Umständen wiederholt, und die nehmliche Senkung des Wasserspiegels erfolgte in einer Zeit von 3 Minuten 30 Secunden.

Am Abende desselben Tages stellte man diesen Versuch unter denselben Umständen an. Man eröffnete den zur rechten Seite befindlichen Canal, welcher drey Mahl so lang als der erste war, mit 6 Krümmungen, und auch hier erfolgte die 18 Zoll tiefe Senkung in einer Zeit von 3 Minuten 30 Secunden.

Der an eben dem Canal und unter denselben Umständen wiederholte Versuch, ward auch mit demselben Erfolge begleitet.

Endlich eröffnete man auf dieselbe Art die Mündung des zur linken Seite befindlichen, in 4 Krümmungen fortgehenden und zwey Mahl längern Canals als der erste,

und in einer Zeit von 3 Minuten 30 Secunden hatte sich auch hier der Wasserspiegel 18 Zolle tief herabgesenkt.

Diese wiederholentlich angestellten und übereinstimmigen Versuche bestätigen die vorher angeführten Bemerkungen, in welchen gezeigt worden ist, daß die schnellere oder langsamere Bewegung der vorangehenden Wassertheilchen, unter den daselbst angeführten Umständen, die nachfolgenden weder beschleunigt noch verzögert; so, daß wenn die Kraft, welche das Wasser zum Ausflusse nöthiget, dieselbe bleibt, auch die Ausleerung oder der Abfluß durch die Canäle immer in derselben Zeit geschiehet, wenn nur in denselben kein Anschwellen oder Strudel entsteht, der sich bis zum Ausflusse des Wassers aus dem Behälter fortflanzt.

§. 98.

Es wurden zwar noch andere sich auf die Ausleerung des Thurmes, der Wasserhälter und der Canäle beziehende Versuche angestellt; allein mehr zu unserer Belehrung und zur Berichtigung unserer Kenntnisse als zu irgend einem andern Zwecke. Weil man jedoch, wenn man auf die gleich anfänglich mitgetheilten Abmessungen gehörig Rücksicht nimmt, einige Vortheile daraus ziehen kann; so wollen wir hier einige davon anführen.

Verschiedene Versuche über die Ausleerung.

Am 19ten September 1764 betrug die Wasserhöhe im obern Behälter 16 Zoll. Als nun der cycloidalische Canal ganz aufgezogen wurde, so senkte sich der Wasserspiegel in 3 Minuten 8 Secunden 12 Zoll tief herab.

An demselben Tage war eben der Behälter 22 Zoll 4 Linien hoch mit Wasser angefüllt, und in einer Zeit von 15 Minuten senkte sich der Spiegel 21 Zoll 10 Linien tief herab.

An demselben Tage betrug die Höhe über dem Einschnitte oder über dem Boden des Einleitungscanales im Thurme oder dem Hauptbehälter 15 Zolle 4 Linien. Dieser Canal nebst dem ganzen Thurm wurden in einer Zeit von 8 Minuten 5 Secunden durch die simple quadratförmige, 3 Zoll weite Oeffnung des untern Geschosses ausgeleert.

Die Wasserhöhe im Behälter betrug 23 Zoll 4½ Linien, und es wurden 15 Minuten erfordert, bis sich der Wasserspiegel bey dem ganz aufgezogenen cycloidalischen Canal 23 Zoll tief gesenkt hatte.

Die Wasserhöhe über dem Einschnitt betrug 8 Zolle 7 Linien und der Canal mit dem ganzen Thurm wurden in einer Zeit von 6 Minuten 20 Secunden durch die simple, 3 Zoll weite quadratförmige Oeffnung des untern Geschosses ausgeleert.

Am 25ten September stand das Wasser 18 Zoll 10 Linien hoch über dem Einschnitt. Der Einleitungscanal nebst dem Thurme wurden durch die quadratförmige, 3 Zoll weite Oeffnung des untersten Geschosses, welche noch mit einem cycloidalischen Ansatze versehen war, in einer Zeit von 7 Minuten 30 Secunden ausgeleert.

Am 27sten September stand das Wasser im Behälter 18 Zoll 7 Linien hoch. Der

zur rechten Seite befindliche, zwey Mahl längere Canal mit zweyen Wendungen wurde ganz aufgezogen, und der Wasserspiegel senkte sich in einer Zeit von 15 Minuten 30 Secunden um 18 Zolle 1 Linie tief herab.

Das Wasser stand 16 Zoll 9 Linien hoch über dem Einschnitte, und im Behälter hatte selbiges eine Höhe von 18 Zollen. In einer Zeit von 10 Minuten waren der Canal und der Thurm, und hierauf hatte sich alles Wasser vermittelst des zur rechten Seite befindlichen Canales von doppelter Länge und mit zwiefacher Krümmung in 24 Minuten ausgeleert.

§. 99.

Den Versuchen des (§. 97.) zu Folge suche man die mittlere Geschwindigkeit, womit das Wasser aus dem Behälter anfänglich durch eine rechtwinklige, 1 Fuß breite und 6 Zoll hohe Oeffnung unter einer Druckhöhe von 18 Zollen ausfließt, und ob hier irgend eine Zusammenziehung des Wasserstrahles erfolgt sey.

Wenn man nun erwäget, daß bey allen diesen Versuchen in einer Zeit von 210 Secunden $433\frac{1}{2}^{cI}$. Wasser ausgeflossen, und wenn demnach der Ausfluß durch die 6 Zoll hohe und 1 Fuß breite Oeffnung, oder durch die Oeffnung von einem halben Quadratfuß ohne alle Zusammenziehung des Wasserstrahles erfolgt wäre, und man demnach die $433\frac{1}{2}^{cI}$. durch 210^{II}. dividirte, und hierauf diesen Quotienten mit dem halben Quadratfuß als der Größe der Oeffnung multiplicirt; so würde man für die gleichförmige Geschwindigkeit, womit das Wasser durch die Oeffnung abgeflossen wäre, wenn es dieselbe ganz ausgefüllt hatte, $4^{I}. 1^{II}. 6^{III}. 6^{IV}. \frac{6}{35}$. in einer Secunde finden. Allein der Ausfluß geschahe nicht mit einer gleichförmigen, sondern mit einer gleichförmig verzögerten Geschwindigkeit, jedoch nicht bis der Ausfluß ganz aufhört, sondern bis der Wasserspiegel im Behälter 18 Zoll herabgesunken war.

Man nehme an, es sey mit dem Parameter $P = 60^{I}$. eine Parabel CLD (Fig. 29.) dessen Axe $AC = 24^{II}$. und dessen Scheitel in C ist, beschrieben worden. Diese 24 Zolle bezeichnen den Wasserstand im Behälter. Nun setze man $AB = 6^{II}$. d. i. die Höhe der Oeffnung, so bleiben 18 Zolle für die Höhe des Druckwassers BC.

Die anfängliche Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers wird durch EF ausgedruckt, welche als die mittlere, der Höhe der Oeffnung AB unter der Höhe des Druckwassers BC zugehört. Hieraus findet man $EF = 10^{I}. 2^{II}. 11^{III}. 10^{IV}$. und also $CE = \frac{(EF)^2}{P} = 1^{I}. 9^{II}. 0^{III}. 1^{IV}$.

Die letzte Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers ist diejenige, welche mit $\frac{4}{9}$ von AB, d. h. mit einer Größe von 2 Zollen 8 Linien zusammen gehört. Man nehme demnach CH = 2 Zollen 8 Linien von der Axe CA, so findet man HI, d. i. die damit zusammen gehörige Geschwindigkeit $3^{I}. 7^{II}. 9^{III}. 9^{IV}$. und die übrige Höhe HE macht $1^{I}. 6^{II}. 4^{III}. 1^{IV}$. dividirt man nun dadurch den Flächeninhalt des parabolischen Trapeziums HEFI, welche die Summe aller nach und nach auf einander folgenden Geschwindigkeiten des ausfließenden Wassers vorstellt, und der $11^{qI}. 5^{rI}. 0^{qII}. 5^{rII}. 6^{qIII}$. beträgt; so findet man die mittlere Geschwindigkeit $KL = 7^{I}. 5^{II}. 8^{III}$.

Multiplicirt man nun hierauf die 210 Secunden mit der Länge von $7^{\prime}. 5^{\prime\prime}. 8^{\prime\prime\prime}$., so ist das Product $1569\frac{1}{6}$; dividirt man nun dadurch die $433\frac{1}{2}^{c\prime}$., so findet man für den Querschnitt des Wasserstrahles $3^{r\prime}. 3^{q\prime\prime}. 9^{r\prime\prime}. 5^{q\prime\prime\prime}$., da doch die Oeffnung $6^{r\prime}$ [oder 72 Quadratzoll] betrug. Also findet auch hier eine Zusammenziehung des Wasserstrahles Statt, die noch etwas größer ist, als bey den simplen Platten. Dann nimmt man das Verhältniß 18 zu 11 wie $6^{r\prime}$. zur vierten Proportionalzahl, so ist diese $3^{r\prime}. 8^{q\prime\prime}$.

§. 100.

Die Schwierigkeit, die Gesetze der Geschwindigkeit bey fließenden Gewässern zu entdecken, hat die Schriftsteller zu verschiedenen Hypothesen verleitet. Castelli setzte die Geschwindigkeiten, den Druckhöhen proportional, und ihm folgten Montanari, Barattieri, Cassini ꝛc. ꝛc. Eine andere Hypothese schreibt sich von Torricelli, Newton, Guglielmini, Varignon ꝛc. ꝛc. her, nach welcher sich die Geschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus den Druckhöhen oder dem Gefälle, von dem Ursprunge des Flußbettes gerechnet, verhalten. Es läßt sich leicht zeigen, daß jene falsch sey, und daß sie sich nur unter gewissen Umständen der Wahrheit nähern kann, diese aber stimmt mit der Theorie und den Erfahrungen, jedoch mit der Einschränkung überein, in so fern Erfahrungen mit der Theorie nicht völlig zutreffen, sondern eine Annäherung von derselben abgeben können. Ich bin überzeugt, daß man in der Folge nie mehr daran zweifeln wird, und ich schmeichele mir, daß die Art und Weise, diesen Satz auf fließende Gewässer anzuwenden, dadurch, was uns noch zu sagen übrig bleibt, in ein völliges Licht wird gesetzt werden.

Vor wenig Jahren machte Herr Gennetè eine kleine Abhandlung bekannt, worin er zu beweisen glaubte, daß die Geschwindigkeiten den Wassermengen proportional sind, so, daß in einem und demselben Canale, oder auch in gleichen Canälen die Geschwindigkeit, 2, 3, 4 Mahl größer wird, wenn die Wassermenge 2, 3, 4 Mahl größer wird, ohne daß sich die Oberfläche des Wassers merklich erheben darf. Auch diese Hypothese, welche ohne alle Einschränkung genommen, falsch ist, hat ihre Anhänger gefunden. Jedoch ist es meine Absicht nicht, die Erfahrungen leugnen zu wollen, da es eine bekannte Sache ist, daß die Gewässer, in Canälen, welche eine große Strecke hindurch fast horizontal fortgehen, wie sehr viele große Ströme nahe an ihrem Ausflusse, beynahe stillstehen und mit der Oberfläche des Meeres, worin es sich ergießt, in einerlei Horizontalfläche liegen. Es wird daher nichts dazu beytragen, ihre Oberfläche zu erhöhen oder zu erniedrigen, wenn man die Wassermasse in mehrere Arme zertheilt oder mit andern verbindet. Allein darum kann man doch nicht schließen, daß sich der Wasserspiegel, bey einer zwey, drey ꝛc. Mahl größern Zuflußmenge nicht merklich erhöhen sollte, wie solches aus einer richtigen Theorie hervorgeht und folgende Versuche beweisen.

Versuche über die Veränderung der Druckhöhen in verschiedenen Mengen des durch einen und denselben Canal abfließenden Wassers.

§. 101.

Am 5ten October 1764 öffnete man die einzöllige quadratförmige Oeffnung des untersten Geschosses unter einer beständigen Höhe von 21'. 9''. 7'''. Hierauf ließ man das Wasser eine lange Zeit hindurch in den obern Behälter abfließen, von wo aus es seinen Weg nach dem untern Behälter, durch den vierten, 252 Fuß langen Canal, dessen Theile, Gefälle, 6 Krümmungen, oben (4 §.) sind beschrieben worden, nahm. Nun wählte man sich in dem letzten horizontalen Arm desselben, 9 Fuß von seiner Ausmündung einen Querschnitt zur Beobachtung, des fließenden Wassers nach welcher dessen Höhe 1''. 10'''. betrug.

Hierauf öffnete man die quadratförmige, 2 Zoll weite Oeffnung desselben Geschosses, das Wasser strömte unter einer beständigen Höhe von 21'. 9''. 6'''. aus, und floß wie vorhin durch denselben Canal, in welchem die beobachtete Höhe des fließenden Wassers 3''. 9'''. betrug, ab.

Dann ließ man das Wasser durch die quadratförmige, 3 Zoll weite Oeffnung unter einer beständigen Höhe von 21'. 8''. 6'''. ausströmen, und man fand die Höhe des durch denselben Canal fließenden Wassers in demselben Querschnitte 5''. 9'''.

Endlich verband man mit dieser Oeffnung noch die cycloidalische Ansatzröhre. Die beständige Höhe darüber war 21'. 6''. 2'''., und das fließende Wasser hatte sich in demselben Querschnitte 7''. und ungefähr 9'''. erhoben. Was die den ganzen Zollen beygefügten Linien betrifft, so sage ich ungefähr, weil das durch die Oeffnungen ausgeströmte Wasser sich, wenn es in den Behälter herabgefallen war, in demselben fortwährend in einem Strudel herum bewegte, so, daß wenn der stärkere Theil desselben die Einmündung des Canales erreichte, eine weit größere Wassermenge in denselben eindrang, als wenn dieser Theil weiter davon entfernt war. Diesen Beobachtungen gemäß fielen die Höhen des Wassers in dem Querschnitte, im ersten Falle größer, im andern aber kleiner aus. Daher wurden die vorhin angegebenen Höhen, nach dem gemeinschaftlichen Urtheil der oben genannten Personen, welche dabey zugegen waren, als solche bemerkt, welche unter den größten und kleinsten am längsten dauerten.

Wenn man nun die wirkliche Wassermenge durch die quadratförmige, einzöllige Oeffnung berechnete, wo die Geschwindigkeit 36'. 2''. 0'''. der Wasserstrahl $0^{q''}$. $7^{r''}$. $6^{q'''}$. $4^{r'''}$. betrug, so fand man für jede Secunde $0^{c'}$. $1^{a'}$. $10^{b'}$. $8^{c''}$. $3^{a''}$. $8^{b''}$. Durch die quadratförmige, 2 Zoll weite Oeffnung war die Geschwindigkeit 36'. 1''. 10'''. der Wasserstrahl $2^{q''}$. $6^{r''}$. $10^{q'''}$. Daraus erhält man für jede Secunde eine Wassermenge von $0^{c'}$. $7^{a'}$. $8^{b'}$. $10^{q''}$. $5^{a''}$.

Durch die quadratförmige, 3 Zoll weite Oeffnung betrug die Geschwindigkeit 36'. 1''. 1'''. der Wasserstrahl $5^{q''}$. $6^{r''}$. $4^{q'''}$. Daraus ergeben sich für jede Secunde $1^{c'}$. $4^{a'}$. $7^{b'}$. $6^{c''}$.

Durch die quadratförmige, 3 Zoll weite mit einem cycloidalischen Ansatze versehene Oeffnung belief sich die Geschwindigkeit auf 35'. 11''. 3'''., der Wasserstrahl war $8^{q''}$.

$5^{r''}$. $10^{q'''}$. Daraus ergiebt sich für jede Secunde eine Wassermenge von $2^{c'}$. $1^{c''}$. $5^{b'}$. $6^{c''}$. Also flossen durch denselben Querschnitt:

$0^{c'}$.	$1^{c''}$.	$10^{b'}$.	$8^{q''}$.	$4^{c'''}$.	unter den Höhen von	$1^{q''}$.	$10^{r''}$.	$0^{q'''}$.
0.	7.	8.	10.	5.		3.	9.	0.
1.	4.	7.	6.	0.		5.	9.	0.
2.	1.	5.	6.	0.		7.	9.	0.

Da hier keine Ungewißheit in Absicht der Wassermengen und höchstens in der Schätzung der Wasserhöhen ein Versehen von einigen Linien obwalten kann; so bleibt uns nur noch übrig, es aus allem Zweifel zu setzen, daß eine größere Wassermenge auch eine größere Höhe in einem und demselben Querschnitte bewirken kann.

Da dieser Versuch wegen der angeführten Gründe von einiger Wichtigkeit ist; so wollen wir ihn mit Abänderung eines Umstandes, welcher uns nachher zu einigen andern Betrachtungen Anlaß geben wird, wiederholen.

Dieser Umstand bestand darin, daß, da man in den vorhergehenden Versuchen, die Wasserhöhen in einem von der Ausmündung des Canales bloß neun Fuß weit entfernten Querschnitte nahm, diese Nähe des Ausflusses unfehlbar die Höhen im Querschnitte etwas verminderte. Daher war man darauf bedacht, diese Verminderung der Wasserhöhen dadurch zu verhüten, daß man die Ausflußöffnung des Abzugscanales des Wasserhälters mit einem 2 Fuß hohen Brette verschloß, d. h. so hoch als die Schwelle der Ausmündung des Canales über den Boden des Behälters erhoben war, dergestalt, daß wenn er bis an diese Stelle angefüllt war, das daher kommende Wasser über dieses Brett fortgehen mußte. Daher konnte sich die Oberfläche des im Canale fließenden Wassers nicht mehr so sehr neigen, indem es auf seinem Wege über den Wasserspiegel des Behälters von 524 Quadratfuß mehr eine Ebene annehmen mußte und daher das Wasser eine längere Zeit bis zu seinem Herabfallen brauchte.

Ein anderer Versuch über die Veränderung der Höhen, welche die verschiedenen Quantitäten fließender Gewässer bewirken.

§. 102.

Am 9ten October ließ man das Wasser durch die einzöllige, quadratförmige Oeffnung des untersten Geschosses unter der beständigen Höhe von 22 Fuß durch den vorhin genannten Canal ausströmen, und die beobachtete Höhe betrug 2 Zolle.

Zweytens. Hierauf lief das Wasser aus der 2 Zoll weiten Oeffnung unter der beständigen Höhe von 21'. 11''. ab, und die beobachtete Wasserhöhe betrug 4 Zolle.

Drittens. Bey der 3 Zoll weiten quadratförmigen Oeffnung wurde unter der beständigen Höhe von 21'. 9''., die Höhe des fließenden Wassers 6''. 9'''. gefunden.

Endlich steckte man in dieselbe Oeffnung den cycloidalischen Ansatz und man fand unter der beständigen Höhe von 21'. 7''. 9'''. [im Behälter], die Höhe im Querschnitte 8''.

8''. 9'''. Da man nun wie oben die Ausflußmengen für jede Secunde durch denselben Querschnitt berechnete; so fand man, daß

die Wassermenge von						eine Höhe von		
$0^{c'}$.	$1^{''}$.	$10^{b'}$.	$10^{c''}$.	$8^{b''}$.	bewirken	$2^{''}$.	$0^{'''}$.	0^{iv}.
0.	7.	9.	2.	0.		4.	0.	0.
1.	4.	7.	8.	0.		6.	9.	0.
2.	1.	6.	10.	0.		8.	9.	0.

Da nun in den beyden ersten Fällen die Ausflußmenge geringer ist und von dem Wasser aus dem Behälter, ausser dem, was sich über das Brett ergoß, noch beständig etwas, durch die Ritzen zwischen dem Brette und dem Geländer an der Mündung des Abzugscanales drang, so konnte deshalb kein merkliches Anschwellen im Canal entstehen und daher unterscheiden sich die Wasserhöhen um etwas weniges von denjenigen, welche in dem vorhergehenden Versuch gefunden worden sind. So aber verhielt es sich nicht mit den beyden letzten Höhen, welche größer ausfielen und welche das Wasser im Behälter mehr erhöheten, wodurch dem freyen Abflusse im Canale ein Hinderniß in den Weg gelegt wurde. Daher erfolgten die merklichen Differenzen zwischen den beyden letzten Wasserhöhen dieses, und des vorhergehenden Versuches.

Diese beyden Versuche beweisen nun augenscheinlich, wie weit sich die Hypothese, daß die Geschwindigkeiten den Wassermengen proportional sind, von der Wahrheit entfernt. Noch augenscheinlicher beweisen dieses andere Versuche, welche theils mehr im Großen, theils mit einer größern Genauigkeit gemacht sind. Diese findet man in diesem zweyten Theile, am Ende des dritten Abschnittes. Durch alle diese Versuche werden wir nun zu verschiedenen Bemerkungen geleitet:

1) Betrachtet man nun einer Seits die Abmessungen und das Gefälle eines jeden Theiles dieses Canales, der im Ganzen 252 Fuß lang ist, ein Gefälle von 14 Fuß hat und in 6 Wendungen allemahl unter einem rechten Winkel fortgeht, dessen vorletzter Arm nur ein Gefälle von 1 Zoll hat und dessen letzter Arm völlig horizontal ist; und erwäget man nun auf der andern Seite die wirkliche Ausflußmenge, welche in jeder Secunde durch den beobachteten Querschnitt ging: so wird man finden, um wie viel die wirkliche Geschwindigkeit kleiner als diejenige ist, welche dem Gefälle von 14 Fuß zugehört und also wie groß die von dem Widerstande des Bodens, der Seitenwände und der Krümmungen herrührende Wirkung ist. Die zweyte Höhe z. B. in dem zweyten Versuche (§. 102.) beträgt 4 Zoll, die Breite des Canales machte 1 Fuß, der Flächeninhalt des Querschnittes 4 Riemensuß oder 48 Quadratzoll. Die Ausflußmenge für jede Secunde belief sich auf $0^{c'}$. 7''. $9^{b'}$. $2^{c''}$. Dividirt man nun diese Zahl durch den Flächeninhalt von $4^{r'}$., so ist die wirkliche Geschwindigkeit in jeder Secunde 1'. 11''. 3'''. 6^{iv}., obgleich zu einer Fallhöhe von 14 Fuß beynahe eine Geschwindigkeit von 29 Fuß gehört. Daher ist der Unterschied 27'. 0''. 8'''. 6^{iv}. Dieser geht von der Geschwindigkeit verlohren, und ist also eine Folge von der Summe aller Hindernisse.

2) In beyden Versuchen findet man bey der Vergleichung der Ausflußmengen und der Wasserhöhen, daß die Ausflußmenge im zweyten, dritten und vierten Falle; vier,

neun und vierzehn Mahl sehr nahe, grösser ist als im ersten Falle. Dagegen sind die Wasserhöhen im zweyten, dritten und vierten Falle fast mehr als zwey, drey, vier Mahl grösser als im ersten Falle. Ob nun gleich diese Höhen etwas grösser oder kleiner seyn können, als sie angegeben sind; so geben doch die drey ersten Höhen, Wassermengen, welche sehr nahe ihren Quadraten proportional sind. Daher stimmen diese Versuche mit des Castelli, Barattieri und den Versuchen derer überein, welche die Geschwindigkeiten den Höhen oder die Wassermengen den Quadraten dieser Höhen proportional annehmen.

§. 107.

Jedoch kann die Uebereinstimmung dieser Versuche und die berühmten Nahmen der angeführten Schriftsteller auf keine Art eine Hypothese bestätigen, welche den Gründen der Vernunft und unzähligen andern Versuchen entgegen ist, die mit einer andern durch mehr Gründe unterstützten Meynung übereinstimmen; zumahl da es sich beweisen läßt, daß jene Hypothese im Ganzen genommen falsch ist, und daß sie in gewissen Fällen sich der Wahrheit nähern; die Wahrheit hingegen sich durch eine Mannigfaltigkeit von verschiedenen Umständen anders zeigen und uns falsch erscheinen kann, wie dieses bey den angeführten Versuchen der Fall ist.

Wenn nach den Gesetzen der Beschleunigung die Druckhöhe oder das Gefälle mit x bezeichnet wird; so verhält sich die demselben zugehörige Geschwindigkeit, wie $\sqrt{x}$ und wenn in einem regulären Canal mit horizontalem Boden die Wasserhöhe auch mit x bezeichnet wird; so wird sich die Geschwindigkeit mit Rücksicht auf die Höhe, wie $x\sqrt{x}$ verhalten, vorausgesetzt daß die gleichweite Breite $= 1$ ist. Es wird daher $x\sqrt{x}$ die Menge des abfließenden Wassers ausdrucken, welche $= q$ sey. Daher erhält man $x\sqrt{x} = q$ und $x^3 = q^2$ endlich $x = \sqrt[3]{q^2}$. Wofern sich nun die Hindernisse der ganzen Höhe des fließenden Wassers auf gleiche Art mittheilen; so kann unter der natürlichen Höhe von x, bey der unveränderlichen Breite nicht die ganze Wassermenge q abfließen. Daher muß sich entweder die Wassermenge vermindern, oder die Höhe x muß zunehmen. Allein die aus dem Reiben entspringenden Hindernisse sind, wie (§. 94) bemerkt worden, den Geschwindigkeiten proportional. Daher verhalten sie sich auch wie $\sqrt{x}$. Also muß die Wassermenge q entweder nach Beschaffenheit dieser Hindernisse abnehmen, welches nicht geschehen kann, weil das fließende Wasser hier als eine beständige Größe betrachtet wird; oder die Höhe muß nach Verhältniß dieser Hindernisse wachsen, und $= x\sqrt{x}$, folglich $q = x\sqrt{x}\sqrt{x} = x^2$ werden, d. h. die Wassermengen verhalten sich, wie die Quadrate der Höhen. So wird dieser Satz von Castelli und andern ꝛc. angenommen, welcher auch durch die vorhin angeführten Versuche bestätigt zu werden scheint.

Jedoch muß man auf der andern Seite bemerken, daß wenn bey zunehmender Wasserhöhe, gleich auch die Geschwindigkeit und auch der Widerstand zunehmen, doch diese nicht in demselben Verhältnisse wachsen, sondern der Widerstand wird verhältnißmäßig kleiner, je größer der abfließende Wasserkörper ist. Denn alsdann wirkt dieser mit einer größern Kraft, so, daß wenn z die Wasserhöhe, x das Gefälle, und also $\sqrt{x}$

die dieser Höhe zugehörige Geschwindigkeit bezeichnet; alsdann $z\sqrt{x}$ die Kraft oder die Größe der Bewegung ausdrucken wird. Wenn aber $\sqrt{x}$ so wohl die Geschwindigkeit als den Widerstand bedeutet; so verhält sich die Kraft zum Widerstande, wie $z\sqrt{x}$ zu $\sqrt{x}$ d. i. wie $z : 1$, nicht aber wie z^2 zu 1, wie es nach Castelli's Hypothese erforderlich ist. Hieraus erhellet nun, wenn und wie diese Hypothese, bey den beyden ersten der (§. 101 und 102) angeführten Versuche, sich der Wahrheit und Natur nähern kann, obgleich sie überhaupt genommen falsch ist; so wie auch die dritte und vierte Ausflußmenge der beyden gedachten Versuche, Fälle beweisen, in welchen die Wassermengen sich nicht mehr dem Verhältnisse der Quadrate ihren Höhen nähern.

3) Will man nun die Höhe finden, welche jede der wirklichen Wassermengen in dem oben erwähnten Querschnitte natürlicher Weise haben müßte, wenn sie durch selbigen durchfließt, so nehme man z. B. die im dritten Falle angegebene Ausflußmenge von $1^{cI}.\ 4^{aI}.\ 7^{bI}.\ 6^{cII}.$ des ersten Versuches.

In horizontalen Canälen, wie der Boden des letzten Armes unseres kleinen Canales beschaffen ist, gehört die mittlere Geschwindigkeit zu $\frac{4}{9}$ der Wasserhöhe, und setzt man demnach diese $= x$, so beträgt die mittlere Geschwindigkeit $\frac{2}{3}\sqrt{x}$, und diese Größen mit einander verbunden, betragen $\frac{2}{3}x\sqrt{x} = \sqrt{\frac{4}{9}x^3}$. Nimmt man nun $\frac{1^{cI}.4^{aI}.7^{bI}.6^{cII}}{1} = q$, so wird $\sqrt{\frac{4}{9}x^3} = q$ und $x^3 = \frac{9}{4}q^2$. Da aber q die wirkliche Wassermenge und $\sqrt{x}$ bloß die relative Geschwindigkeit bezeichnet, so muß man, um sie zur wirklichen zu machen, $\sqrt{px}$ anstatt $\sqrt{x}$ nehmen, d. h., man muß hier den Parameter der Parabel einführen, welche die Scale der wirklichen Geschwindigkeiten ausdruckt. Daher ist $x^3 = \frac{9q^2}{4p}$ und $x = \sqrt[3]{\frac{9q^2}{4p}}$, und nimmt man $p = 60$ Fuß, so findet man x wenig mehr, als 5 Zoll, indeß der Versuch $5^{II}.\ 9^{III}.$ giebt.

Auf dieselbe Art findet man für die Wassermenge von $2^{cI}.\ 1^{aI}.\ 6^{bI}.$ in dem folgenden Versuche ungefähr $6^{II}.\ 6^{III}.$, indeß man vermittelst der Erfahrung $7^{II}.\ 9^{III}$ findet.

Hieraus gehet hervor, daß die der Höhe von 14 Fuß zugehörige Geschwindigkeit durch den Widerstand nicht nur gänzlich zernichtet wird, sondern, daß auch das Wasser nicht mit der, der Druckhöhe zugehörigen Geschwindigkeit abfließt, obgleich in dem ersten Versuche kein Strudel bemerkt wurde, der von der freien Ausflußöffnung verursacht wurde. Also bewegt sich das Wasser in regulären Canälen mit horizontalem Boden mit einer mittlern Geschwindigkeit, welche merklich kleiner als diejenige ist, welche seiner Druckhöhe zugehört; wovon der Grund wohl nur in den Hindernissen des Bodens und der Seitenwände zu suchen ist.

4) In dem andern der gedachten Versuchen des (§. 102.), fanden wir Gelegenheit, den Seitendruck des Wassers zu beobachten. Denn da das Wasser in dem untern Behälter 2 Fuß hoch stand und dieses von dem oben erwähnten Brette aufgehalten wurde, womit der Abflußcanal verschlossen war, und man zuletzt den Behälter ausleeren wollte; so versuchten mehrere starke Personen nacheinander, das an die Mündung des Abzugscanales bloß angelegte Brett, bey welchem durch die Ritzen immer einiges Wasser durchdrang, in die Höhe zu ziehen; allein ihre Bemühungen waren

vergeblich. Wurde aber die gedachte Mündung mit ihrem zugehörigen Schutzbrette verschlossen, und hatte das Wasser, welches hinterwärts durchtröpfelte und von dem Schutzbrette aufgehalten wurde, eine gewisse Höhe erreicht; so schoß es von selbst über das Brett, und dieses wurde ohne Mühe bewegt. Wenn nun das Wasser durch das geöffnete Schutzbrett des Abzugscanales auslief, so zog sich dasselbe auf beyden Seiten merklich zusammen und bildete daselbst zwey Aushölungen, so wie sie auf der einen oder der andern oder beyden Seiten entstehn, wenn man auf der einen oder andern oder beyden Seiten des ausströmenden Wassers einen Körper oder auch die Hände gegen die Ecken der Ausschußöffnung legt. Dadurch werden die Seitenbewegungen größten Theils aufgehoben und das in gerader Richtung fortströmende Wasser behält die Oberhand. Hier wird nun das begreiflich, was im ersten Theile über die Hauptursache der Zusammenziehung des durch eine Oeffnung strömenden Wassers gesagt worden ist.

§. 104.

[In diesem §. werden einige Versuche über das eigenthümliche Gewicht des Wassers beschrieben, welche bey der Bekanntschaft mit den neusten Pariser und andern Versuchen um so mehr wegbleiben konnten, weil hierbey auf mehrere Nebenumstände Rücksicht genommen ist.]

Zweyter Abschnitt.

Von den Mitteln, die Geschwindigkeit fließender Gewässer practisch zu finden.

Die Schwierigkeit aus der Theorie, sichere und allgemeine Regeln herzuleiten, um für alle Fälle die Geschwindigkeit der fließenden Gewässer zu finden, und die Nothwendigkeit, selbige kennen zu lernen, um daraus die Wassermenge zu bestimmen, haben die Mathematiker bewogen, verschiedene Werkzeuge ausfindig zu machen, vermittelst welcher sie zu ihrem Zwecke gelangen können. Diese wollen wir jetzt kürzlich durchgehen und sie mit einigen unserer Versuche und Beobachtungen begleiten.

Von der schwimmenden Kugel.

§. 105.

Es ist eine bekannte Sache, daß schwimmende Körper ein etwas geringeres specifisches Gewicht als das Wasser haben müssen, damit ein kleiner Theil derselben vom Was-

ser unbedeckt bleibe, und damit dieser nur einen geringen Widerstand von der Luft leiden darf, und desto leichter mit dem fließenden Wasser fortgehen könne. Nach der Meinung des Desaguliers darf dieser Raum nicht gar zu groß seyn, damit die schwimmende Kugel nicht dem Einflusse zu vieler Umstände unterworfen werde, welche Veränderungen in den Beobachtungen veranlassen können. Denn es ist ein seltner Fall, daß sich nicht auf einem langen Wege manche von verschiedenen Ursachen herrührende Unregelmäßigkeiten, welche die Beobachtung sehr leicht stören, einschleichen sollten. Unternimmt man die Operationen unter diesen und andern Vorsichtigkeitsregeln, so findet man die Geschwindigkeit des von der Kugel zurückgelegten Weges, d. h. in einer bestimmten Zeit die Anzahl von Fuß ꝛc. ꝛc., welche das Wasser durchlaufen hat. Wenn man aber wissen will, ob die Bewegung des fließenden Wassers in seiner Oberfläche mit dem Gefälle übereinstimmt, so ist erforderlich, daß der von der Kugel beschriebene Raum, eine solche Länge habe, daß man das Gefälle vermittelst der Abwägung bestimmen kann. Daher muß man die Versuche da anstellen, wo der Lauf des Wassers mehr in einer geraden und regelmäßigen Richtung fortgeht, und wo der schwimmende Körper von dem eigentlichen Gange des Strohmes nirgends abweicht.

Versuche.

Auf diese Art wurden am 10ten September 1765, 156 Toisen [oder 936 Fuß] längs dem Mühlencanale, dem Orte für die Versuche gegen über, wo das Wasser in hinlänglich gerader Richtung fortgeht, abgemessen. Vermittelst einer Kugel aus Eschenholz von 2 Zollen 10½ Linien im Durchmesser, welche erst eine Zeit lang ins Wasser gelegt ward, fand man, daß das Wasser den gedachten Raum in einer Zeit von 4 Minuten 53 Secunden beschrieben hatte. Bey der Wiederholung dieser Operation geschahe solches in 4 Minuten 51 Secunden, und zum dritten und vierten Mahle in 4 Minuten 49 Secunden. Daraus erhält man eine Geschwindigkeit von 3'. 2''. 8'''. in einer Secunde, welche einer Fallhöhe von 2 Zollen zugehört. Vermittelst der Abwägung fand man das Gefälle des Wasserspiegels auf die genannte Entfernung von 156 Toisen, 1 Zoll und 9 Linien, wo man die Abweichung von 3 Linien dem Umstande zuschreiben kann, daß dieses Geschäft bloß mit der gemeinen Wasserwage vorgenommen ward, oder welches wahrscheinlicher ist, daß die Geschwindigkeit von 3'. 2''. 8'''. nicht von dem Wasserspiegel, sondern vom Mittelpuncte des Druckes auf die Kugel angerechnet werden muß, welche aber in dem ins Wasser eingetauchten Kugelstücke enthalten war, und daher wohl um einige Linien tiefer als die Wasserfläche, liegt.

Man siehet hieraus, daß man bey geraden und regelmäßigen Canälen, welche, wie es der Fall mit dem unsrigen ist, ein geringes Gefälle haben, vermittelst einer Kugel wenigstens sehr nahe dieses Gefälle oder aus dem Gefälle die Geschwindigkeit finden kann.

[Lediglich aus der Geschwindigkeit des Wassers an seiner Oberfläche, läßt sich das Gefälle desselben nicht finden, vielmehr treten hiebey so viele Rücksichten ein, daß man die Bestimmung des Gefälles oder vielmehr des Abhanges vom Wasserspiegel aus der Geschwindigkeit des Wassers und allen übrigen erforderlichen Umständen, als das schwierigste Problem der Hydrodynamik ansehen kann.]

Von dem Rade.

§. 106.

Die Geschwindigkeit eines fließenden Wassers auf seiner Oberfläche kann man auch vermittelst eines mit Schaufeln versehenen Rades (Fig. 26.), welches sich um seine Axe drehet, dadurch erfahren, daß man die in einer bestimmten Zeit gemachten Umdrehungen zehlt. Auch erhält man jederzeit das Verhältniß der Geschwindigkeiten an verschiedenen Stellen eines und desselben Querschnittes oder verschiedener Querschnitte, und die absolute Geschwindigkeit in den merklich geneigten Canälen, in welchen das abfließende Wasser, dem freyen Spiel des Rades nicht hinderlich fällt. Denn wenn man den Durchmesser, also den Umfang des Rades kennt und auch weiß, wie viel Umdrehungen in einer bestimmten Zeit gemacht sind, so kann man leicht den Raum finden, welchen ein Körper in einer Minute oder Secunde mit derjenigen Geschwindigkeit beschreibt, womit das Rad um seine Axe läuft, und wo man dessen Bewegung so groß als die Bewegung des Wassers annehmen kann.

Das Rad, welches zu unsern Versuchen eingerichtet war, bestand aus dünnem Messingbleche und hatte 8 Speichen, deren jede 13 Zoll lang war. Es hielt daher im Durchmesser 26 Zolle. In den Umfang waren 16 zwey Zoll lange und einen Zoll breite Schaufeln eingesetzt. Daher betrug der mittlere Umfang, d. h. der durch die Mittelpuncte der Schaufeln laufende Kreis 88 Zolle.

Statt der 16 Schaufeln konnte man in den Umfang des Rades auch 8 andere $5\frac{1}{2}$ Zoll lange Schaufeln einsetzen, welche nach dem Vorschlage des H. Pitot eine solche Stellung erhielten, daß, wenn eine derselben senkrecht ins Wasser getaucht war, die vorhergehende aus dem Wasser heraus und die folgende in selbiges hinein trat. Mit diesen Schaufeln betrug der mittlere Umfang des Rades 99 Zolle.

Ohne Schaufeln wog das Rad 10 Turiner Pfund. Die 16 Schaufeln wogen zusammen 1 Pfund, 1 Unze, 3 Achtel, 2 Denari und 12 Grani; die 8 längeren Schaufeln 1 Pfund, 9 Unzen, 5 Achtel und 4 Grani. Ist das Rad mit den Schaufeln versehen, so erhält es sich in jeder verticalen Stellung im Gleichgewicht.

Um das Reiben des Rades an der Axe zu vermindern, so ließ man selbiges auf 2 kleinere Cylinder laufen, die auch um ihre Axe beweglich waren. Damit man aber mit Zuverlässigkeit die Umdrehungen zählen und auch bey einer schnellern Bewegung die Theile aufzeichnen konnte, so befand sich am Ende der Axe ein kleines Getriebe, welches in ein kleines gezahntes Rad eingriff und dieses einmahl umlaufen ließ, während der Zeit das große zehn Umdrehungen machte; auch war ein Zeiger angebracht, der auf einem in 10 gleiche Theile abgetheilten Kreis die ganzen Umdrehungen und deren Zehntel angab.

Dieses Rad wurde von einem Rahm getragen, den man vermittelst zweyer Einschnitte an dem Fußgestelle nach Gefallen in die Höhe ziehen und wieder herablassen konnte. Dieses Gestelle bestand aus Eichenholz und kann dadurch noch schwerer gemacht werden, als es in dieser Absicht nöthig ist. Durch diese Einrichtung kann man das Rad an einem Fluß so anbringen, daß sich bloß die Schaufeln ins Wasser tauchen und daß die kleinen Erschütterungen des Rahmes auf die Bewegungen des Rades keinen Einfluß haben.

Versuch.

Am 20sten August 1764 wurde das Rad mit 16 Schaufeln über den Mühlencanal gestellt, wo es in 5 Minuten 100 Umdrehungen machte, also in einer Minute 20. Hieraus entspringt eine Geschwindigkeit von 2'. 5''. 4'''. in einer Secunde. Wurden nun an die Stelle der 16 kürzern Schaufeln, die 8 längern in den Umfang des Rades eingesetzt; so machte selbiges in 10 Minuten 176, also in jeder Minute 17⅗ Umdrehungen. Daraus entspringt eine Geschwindigkeit 2'. 5''. 0'''. 4''''. in einer Secunde, die also etwas kleiner als die vorige ist. Da sich nun der mittlere Umfang des Rades, wenn es 16 und 8 Schaufeln hat, wie 88 zu 99 verhält; so verhält sich die Geschwindigkeit im ersten Falle zur Geschwindigkeit im andern, wie 88 × 20 zu 99 × 17⅗ d. h. wie 160 zu 158⅖. Also ist es kein Gewinn, wenn die Schaufeln, nach den Vorschriften des H. Pitot, welche die HH. Belidor und Desagulieres mit Beyfall aufgenommen haben, angebracht werden. Denn bey den durch Wasser in Bewegung gesetzten Maschinen sucht man gewöhnlich eine größere Anzahl von Umdrehungen, welche man aber durch die vorhergedachte Einrichtung der Schaufeln nicht erhält. Dieses zeigt auch der H. Petit-Vandin in einer besondern Abhandlung, welche in die Denkschriften der königlichen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1750 eingerückt ist.

Ein anderer Versuch mit dem Rade.

Am 25sten October 1764 ließ man das Wasser durch die quadratförmige Oeffnung von 3 Zollen in der Seite im untern Geschosse des Thurms unter einer beständigen Höhe von 21'. 5''. 7'''. eine lange Zeit durch den cycloidalischen Canal ablaufen. In der Nähe von dessen Ausmündung war die Höhe des abfließenden Wassers 1''. 10'''. 0''''. Hierüber wurde nun das Rad mit seinen 16 kurzen Schaufeln gelegt, welche sich aber wegen der geringen Wasserhöhe nicht ganz eintauchen konnten und dabey 72 Umläufe in einer Minute machte.

Die wirkliche Ausflußmenge in jeder Secunde betrug 2377½ Cubzoll. Dividirt man nun diese Zahl durch den Flächeninhalt des Querschnittes von 22 Zollen; so erhält man für die wirkliche Geschwindigkeit in einer Secunde 9 Fuß.

Multiplicirt man nun die Umlaufzahl 72 mit dem mittlern Umkreise von 89 Zollen, so erhält man 6408. Diese Zahl durch 60 Secunden dividirt, giebt 106⅘ Zoll oder 8 Fuß 10⅘ Zolle, welche der vorigen Geschwindigkeit von 9 Fuß nahe genug kommt. Dieses beweiset zur Genüge, daß das Rad die Geschwindigkeit des Wassers annimmt, wenn das fortgehende Wasser, dessen Bewegung nicht hinderlich ist, so sehr sich auch übrigens die Geschwindigkeit des Wassers ändern mag, indem es aus dem Behälter durch einen 10 Fuß langen, 1 Fuß breiten Canal mit einem Gefälle von 6 Zollen läuft, und ohne irgend eine Krümmung in den cycloidalischen Canal fällt, welcher 10 Fuß Gefälle hat und nun ohne alle Hindernisse und ohne alle Krümmungen in den gerade fortgehenden Arm kommt, dessen Gefälle 3½ Fuß beträgt. Alles dessen ungeachtet hatte dieses Wasser doch nun eine Geschwindigkeit, welche der Fallhöhe von 1'. 4''. 2'''.

z*. zugehört, indem seine Bewegung sich nach seiner Menge, nach den Anlagen der Canäle und der Summe aller Hindernisse, die sich seinem Laufe entgegensetzen, richten muß.

Wo nun das Wasser eine geringe Geschwindigkeit hat, wie in den Fällen, wo das Bette einen geringen Abhang hat, da bewegt sich das Rad mit einer geringern Geschwindigkeit, als das Wasser. Denn die fortgehende Schaufel nimmt einen Theil des Wassers der Schwere entgegen, mit in die Höhe. Daher wird die Bewegung des Rades langsamer. Suchet man nun, unter welchem Winkel die Schaufel auf die meisten Hindernisse trifft; so findet man selbigen auf folgende Art.

§. 107.

Es sey (Fig. 30) C der Mittelpunct, CA der Halbmesser, BCb der vierte Theil des Rades, AB die Länge einer Schaufel, AH der horizontale Spiegel des fließenden Wassers, der mit Cb parallel läuft, IK der Boden des Canales; so ist offenbar, daß die fortgehende Schaufel alsdann auf das größte Hinderniß durch denjenigen Theil des Wassers trifft, welcher von dieser Schaufel der Schwere entgegen in die Höhe gehoben werden soll, wenn sich nehmlich der, durch das Dreyeck IGD vorgestellte Wasserkörper, der Bewegung der Schaufel am meisten widersetzt. Die größte Kraft hingegen, welches das Wasser zur Umdrehung des Rades anwendet, ist diejenige, mit welcher das Wasser gegen die Schaufelfläche AB nach einer Richtung stößt, welche auf selbiger senkrecht steht. Allein diese Kraft verringert sich in dem Verhältniß, als die Schaufel aus ihrer verticalen Lage AB fortrückt, so daß wenn in dem Falle, wo der Halbmesser in die Lage CD gekommen, durch die Länge FD die größte auf das Rad wirkende Kraft, bezeichnet wird, DG alsdann den übrig gebliebenen Theil und FG denjenigen ausdruckt, welcher verlohren gegangen ist. Also wird alsdann der Widerstand am größten seyn, wenn der Flächeninhalt des Dreyeckes FGD in die Seite FG multiplicirt, das größte Product giebt. Es sey $CA = a$, $CB = b$ und nun nehme man an, daß in der Stellung CD oder unter dem Winkel ACD der größte Widerstand, den man hier sucht, anzutreffen sey. Man ziehe nun DE parallel mit der Verticallinie BC; ferner setze man $CE = x$, $DE = z$. Wegen der ähnlichen Dreyecke CED und FGD verhält sich $DE : EC = DG : GF$ oder

$z : x = z - a : GF$ d. h. es ist $GF = \frac{xz - ax}{z}$. Daher ist der Flächeninhalt des Dreyeckes $DGF = \frac{(z-a)\,(z-a)\,x}{2z}$. Multiplicirt man nun diese Größe noch mit FG d. i. mit $\frac{(z-a)\,x}{z}$; so muß $\frac{(z-a)^3 .\, x^2}{2z^2}$ ein größtes Product seyn, dessen Differenzial $\frac{-2zdz.\,(z-a)^3 .\, x^2 + z^2 \times 3\,(z-a)^2 x^2\,dz + z^2 .\,(z-a)^3 .\, 2xdx}{z^4} = 0$ ist.

Dividirt man nun durch $\frac{(z-a)^2 .\, xz}{z^4}$; so ist $-2x\,(z-a)\,dz + 3xzdz + 2z\,(z-a)\,dx = 0$ d. h. $(2z^2 - 2az)\,dx = (xz + 2ax)\,dz$. Da aber $z = \sqrt{(b^2 - x^2)}$

und

und also $dz = -\frac{x\,dx}{\sqrt{(b^2 - x^2)}} = -\frac{x\,dx}{z}$ ist, so wird $(2z^2 - 2az)\,dx = -\frac{(x^2 z + 2ax^2)\,dx}{z}$ und dividirt man diesen Ausdruck noch durch $\frac{dx}{z}$, so wird $2z^3 - 2az^2 = (z + 2a).-x^2$ seyn. Allein es ist $-x^2 = -b^2 + z^2$; also $2z^3 - 2az^2 = (z + 2a).-(b^2 - z^2) = -b^2 z - 2ab^2 + z^3 + 2az^2$ und hieraus erhält man endlich die Gleichung $z^3 - 4az^2 + b^2 z + 2ab^2 = 0$; welche, wofern sie algebraisch reducirt $b^2 > \frac{16a^2}{3}$ giebt, alsdann nur eine reelle Wurzel hat. Wird nun z bestimmt, so ist auch x bestimmt, weil $z^2 = b^2 - x^2$ und dadurch wird CE und also auch der Winkel CDE = BCD bekannt.

Da nun die nachfolgende Schaufel AB entweder die ganze oder doch den größten Theil der gegen die Schaufel in FD wirkenden Kraft aufhebt, so wird in diesem Falle der größte Widerstand einzig und allein von dem Maximum der Größe des Dreyeckes FDG abhangen, und also wird die Gleichung $\frac{2z^3 - b^2 z - ab^2}{2} = 0$ seyn, welcher algebraisch-reducibel ist, wenn b^2 so groß oder größer als $a\sqrt{13\frac{1}{2}}$ ist.

[Durch eine etwas schiefe Stellung der Schaufeln kann offenbar die Wassermenge vermindert werden, welche die Schaufeln mit in die Höhe nehmen. M. S. Bossut Hydrodyn. 2ter Band §. 1014 — 1020.]

Von der gekrümmten Röhre des H. Pitot.

§. 108.

Unter den bisher zur Erforschung der Geschwindigkeiten fließender Gewässer erfundenen Instrumente ist keines nützlicher und bequemer, als dieses. (Fig. 22.) Allein der Erfinder führt nur wenige von ihm auf der Seine angestellte Versuche an, die dem Zendrini verdächtig schienen. Belidor begnügt sich bloß damit, daß er dieses Instrument empfiehlt und sagt, daß er es sehr zweckmäßig gefunden habe, ohne irgend einen Versuch anzuführen, der von ihm gemacht wäre. Zendrini gab viele Hoffnung selbst Versuche damit zu machen, allein mit seinem Tode ist auch diese verschwunden. Andere finden viele Schwierigkeiten dabey. P. Lecchi hat uns selbige sehr nahe vorgelegt, allein aus Mangel an Erfahrung hat er sie nicht heben können. Ueberhaupt befindet man sich noch in dieser Ungewißheit, und viele bezweifeln den Nutzen und Gebrauch dieses Werkzeuges.

Wir wollen daher die Theorie in so weit vorausschicken, als sie sich durch Versuche bestätigen läßt. Unfehlbar wird alsdann jede Schwierigkeit und Ungewißheit über den Gebrauch dieses Instruments gehoben seyn.

Es ist eine ausgemachte und bekannte Sache, daß Wasser in zwey mit einander verbundenen Röhren sich im Gleichgewicht erhält, und daß es in beyden Schenkeln bis zu einerley Horizontalebene steigt, so verschieden die Größe und Gestalt derselben auch seyn mögen, so, daß keine Erhöhung oder Erniedrigung in dem einen Schenkel vorgeht, die nicht auch in dem andern Statt finden sollte. Wenn man ferner eine Röhre von einem

beliebigen Durchmesser, sie mag übrigens gebogen oder gekrümmt seyn, in ein stillstehendes Wasser senkt, so steigt das Wasser in und ausserhalb derselben zu einer gleichen Höhe. Jetzt ist die Frage, wie man das Wasser um einen gewissen Theil in der Röhre erniedrigen oder erhöhen könne. Man könnte antworten, durch eine so große Erhöhung oder Erniedrigung des Wasserspiegels ausserhalb der Röhre. Allein kann man solches auf keinem andern Wege als auf diesem erreichen? Ohne Zweifel kann das, was die Erhöhung des Wassers bewirkt, durch einen gleich großen Druck hervorgebracht werden, und das, was dessen Erniedrigung bewirkt, auch durch die Verringerung des ersten Druckes geschehen. Weiter ist nun die Frage: läßt sich die Kraft eines Körpers nicht anders vermehren oder vermindern, ohne Hinzufügung oder Verminderung seiner Masse? Allerdings. Wenn die Bewegung desselben vermehrt oder vermindert wird, in so fern der Körper im Zustande der Bewegung ist. Ist er aber in Ruhe, so kann man ihn in Bewegung setzen, wo aber dieses nicht angeht, da läßt sich die Wirkung nicht anders verringern, als mit Verringerung seiner Masse. Wenn sich also das Wasser in dem Pitotschen Werkzeuge über die äussere Wasserfläche erhebt, so rührt diese Erhöhung von der Bewegung des Wassers her. Also bewirkt diese Bewegung eben so viel, als wenn das Wasser ausserhalb der Röhre bis zu derjenigen Höhe gestiegen wäre, welche es in derselben durch die Bewegung erreicht hat. Diese Erhöhung des Wassers in der Röhre wird daher auch durch die Größe, Gestalt, Krümmung nicht geändert, wofern nur das Wasser mit seiner ganzen Kraft eindringt. Allein eine solche Erhöhung des Wassers bewirkt eben so viel als dessen Gefälle. Also ist diese Erhöhung über den Wasserspiegel eine Folge von dem Gefälle des Wassers, welches die Bewegung desselben hervorbringt. Dieses Gefälle aber ist gerade dasjenige, was man sucht, um daraus die Geschwindigkeit des fließenden Wassers zu bestimmen.

Gesetzt nun, dieses fände wirklich Statt, wird dann wohl da, wo das Wasser ohne allen Fall und Irregularität fließt, bey jeder Einsenkung des Instrumentes so tief oder so nahe an der Oberfläche selbige auch seyn mag, der Scheitelpunct der Parabel, welche die Scale der Geschwindigkeiten in einem und demselben Querschnitte vorstellt, unveränderlich bleiben? — Die darüber angestellten Versuche setzen dieses ausser allem Zweifel. Werden aber nicht bey diesen Erhöhungen des Wassers in der Röhre fast immerwährende Schwingungen oder zitternde Bewegungen auf dessen Oberfläche entstehen? — Ohne Zweifel; allein dieses beweiset die Vollkommenheit des Instrumentes und ist kein Fehler desselben. Denn es zeigt sehr genau alle Bewegungen an, welche an der Stelle, wo es ins Wasser getaucht ist, vorgehen. Denn wo dessen Bewegung gleichförmig und unveränderlich ist, da ist auch das Wasser in der Röhre ruhig und unveränderlich; wo aber die Bewegung des Wassers ungleichförmig und unbeständig ist, da erhält sich auch das Wasser in der Röhre nicht in der Oberfläche beständig und unveränderlich.

Also zeigt eine größere oder geringere Erhöhung des Wassers in der Röhre, eine größere oder geringere Geschwindigkeit des Wassers an der Stelle an, wo man sie eingesenkt hat, und daher von einer besondern Ursache der Beschleunigung oder Verzögerung.

Dasjenige, was man besonders bey dem Gebrauche dieses Instrumentes zu beobachten hat, besteht darin, daß man es in senkrechter Stellung auf eine unerschütterliche Art zu befestigen suche, und es alsdann der Richtung des Stromstriches entgegen setze,

so daß es die ganze Kraft des fließenden Wassers auffängt. Weil aber die Bewegung des Wassers, welches einen ziemlich regulären Lauf hat, nichts desto weniger den augenblicklichen Veränderungen unterworfen ist, so wird zur genauen Bestimmung der Höhe, Zeit und Uebung erfordert.

Ferner ist es offenbar, daß eine oder zwey in einem Querschnitte richtig angestellte Beobachtungen hinreichend sind, die Fallhöhe zu entdecken, welche wir nöthig haben, oder wodurch der Scheitel der Parabel gegeben wird, welche die Scala der Geschwindigkeiten ausdruckt. Wenn es nun gleich sehr nützlich wäre, in größern Tiefen die Geschwindigkeiten zu erforschen, so wird dieses doch aus den gleich anzuführenden Gründen selten glücklich von Statten gehen. Endlich schließe ich hier mit der Bemerkung, daß die Pitotsche Röhre in Hinsicht ihres Gebrauches dem Regulator gleich zu achten sey, der von Guglielmini vorgeschlagen worden, und den wir nachher auf eine ähnliche Art beschreiben wollen.

Um nun das Instrument in der senkrechten Stellung und in der gehörigen Richtung zu erhalten; so ließen wir selbiges (Fig. 25.) durch zwey Löcher, die in zwey großen hölzernen Querriegeln gemacht waren, durchgehen. Diese waren in die zwey verticalstehenden Säulen eingelassen, die mit ihrem Fußgestelle fest verbunden waren. Das Instrument paßte genau in die beyden Löcher, und zur größeren Sicherheit wurde es vermittelst sehr kleiner hölzerner Keile befestiget. Die Glasröhren hielten 5 bis 6 Linien im Durchmesser, um desto leichter zu bemerken, um wie viel das Wasser in der Röhre höher, als ausserhalb derselben stand. Beyde Röhren, so wohl die gerade als die krumme sind bis zur Hälfte in ein starkes hölzernes Prisma eingelassen, wovon Eintheilungen in Fuß-Zolle und Linien angebracht sind, aus welchen die Tiefe der Einsenkung, und die Höhe, bis zu welcher sich das Wasser in der Röhre erhebt, jederzeit zu ersehen ist. Allein selten wird eine Beobachtung in einer merklichen Tiefe eines mit einer gewissen Rapidität fließenden Wassers gut von Statten gehen. Wir haben es bey einer Wassertiefe von 4 Fuß zu verschiedenen Mahlen versucht; allein es ist uns nie gelungen. Denn das Wasser übte gegen das Instrument eine solche Gewalt aus, daß ungeachtet der Festigkeit des Gestelles, des Gewichtes seines Fußes, der Anstrengung es mit den Händen fest zu halten, selbiges doch so bewegt, gedreht und erschüttert wurde, daß man es nicht so lange zu halten vermochte, als es nöthig war, um nur eine flüchtige Beobachtung anzustellen, so, daß am Ende bisweilen die Röhre zerbrach. Dieses ist der Umstand, den ich schon vorläufig berührt habe, und durch den man es sich erklären kann, warum es so schwer ist, einen Versuch in einer etwas beträchtlichen Tiefe anzustellen. Daraus läßt sich begreifen, wie fern man auf Versuche bauen kann, die auf großen Strömen, wo selbige auf Kähnen oder Fahrzeugen angestellt wurden, die immer eine schwankende Bewegung haben. Unsere Versuche sind von einer Brücke gemacht worden, die zu diesem Ende über den Mühlencanal geschlagen war.

Belidor schlägt vor, man soll, um den Eingang des Wassers in die gekrümmte Röhre zu befördern, die Mündung des kürzern Schenkels trichterförmig erweitern. Allein dieser Vorschlag wird von Zendrini verworfen. In der That ist die von dieser Gestalt herrührende Wirkung beym Ausflusse des Wassers durch bestimmte Oeffnungen nicht unbeträchtlich. Jedoch hat das hiermit nichts gemein. Denn die Höhe des Wassers in

dem verticalen Schenkel der Röhre hängt nicht von der Wassermenge, nicht von der Größe der Oeffnung, sondern einzig und allein von der Kraft ab, welche eben so viel vermag, als ein Druck, durch welchen das Wasser sich zu einer solchen Höhe erhebt. Um indeß nun allen Zweifel auszuweichen, so wurde der kürzere Schenkel durchaus von gleichem Durchmesser gemacht und mittelst einer leichten Krümmung mit dem längern verbunden.

Erster Versuch.

Am 22sten October 1764 senkte man ein nach dem Vorschlage des Belidor mit einem gegen die Mündung erweiterten kürzern Schenkel gemachten Röhre drey Zoll tief in den Mühlencanal ein, und das Wasser trat 4½ Zoll hoch in die Röhre. Hierauf senkte man es 12 Zoll tief ein, und das Wasser stieg im Ganzen genommen 13¼ Zoll in derselben in die Höhe. Endlich senkte man sie 27 Zolle ein, und es erreichte darin eine Höhe von 28½ Zollen.

Zweyter Versuch.

Hierauf senkte man die P. Röhre, deren kürzerer Schenkel von gleichem Durchmesser war, 2 Zolle tief in das fließende Wasser ein, und es erreichte im Ganzen eine Höhe von 3½ Zollen. Hierauf senkte man sie 8 und dann 18 Zolle tief ins Wasser, alsdann betrug die gesammte Höhe im ersten Falle 9½ und im andern 19½ Zolle.

Man mochte also die eine oder die andere dieser Röhren nehmen, so stand das Wasser in derselben jederzeit 1½ Zolle höher, als ausserhalb. Diese Gleichheit in den Höhen, wurde nicht nur in den mittlern bemerkt, welche angegeben sind, sondern auch in dem größten und kleinsten, wenn gleich nicht ganz mit eben der Genauigkeit.

Versuche, welche am 21. August 1765 mit dem P. Instrument gemacht worden.

Gestalt des kürzern Schenkels.	Durchaus von gleichem Durchmesser.					
Einsenkungen in Zollen ausgedruckt.	1	4	7	10	13	16	19
Dazu gehörige kleinste Höhen.	2½	6½	9½	12½	15½	18½	21½
Dazu gehörige größte Höhen.	3½	7½	11	14	17	20	23

Gestalt des kurzern Schenkels.	Nach der Mündung zu trichterförmig erweitert.						
Einsenkungen in Zollen ausgedruckt.	1	4	9	16	25		
Dazu gehörige kleinste Höhe.	2½	5½	10½	18	26½		
Dazu gehörige größte Höhe.	3½	6½	12	19	27½		

Gestalt des kürzern Schenkels.	Nach der Mündung zu mehr als die vorige erweitert.						
Einsenkungen in Zollen ausgedruckt.	1	4	9	16			
Dazu gehörige kleinste Höhe.	2	5½	10⅓	17½			
Dazu gehörige größte Höhe.	5½	7	12	19½			

So wohl bey diesen als bey andern Versuchen hat man die Beobachtung gemacht, daß da, wo sich in der gekrümmten Röhre schwankende Bewegungen zeigten, solche auch allemahl in einer einfachen geraden Röhre erfolgten, und bisweilen waren sie in dieser größer als in jener. Dieses brachte uns auf den Gedanken, das Werkzeug einfacher zu machen und bloß die gebogene Röhre zu brauchen, indem man sich vermittelst der Abwägung oder auf eine andere Art von der Lage der Oberfläche des fließenden Wassers versichern, und daher die Tiefe der Einsenkungen und die Höhe, zu welcher sich das Wasser in der Röhre über den Wasserspiegel erhoben hatte, genau genug bemerken konnte.

Dritter Versuch.

Am 6ten und 10ten September 1764 wurde der Zuführungscanal durch Herablassung des Schutzbrettes zum Theil verschlossen. Das Wasser erhob sich gegen selbiges auf eine Höhe von 18 Zollen und glich in seiner Oberfläche dem stillstehenden Wasser. Als man nun die gekrümmte Röhre auf dem Boden der unter dem Schutzbrette gelassenen Oeffnung, durch welche das Wasser mit vieler Gewalt durchströmte, anbrachte, so stieg es in selbiger 18 Zoll und blieb in dieser Höhe unveränderlich stehen.

Dasselbe erfolgte auch am 12ten September, wo sich das Wasser 20 Zoll hoch gegen das Schutzbrett erhoben hatte. Denn eben so hoch stieg es auch in der Röhre, welche auf dem Boden der Oeffnung hinter dem Schutzbrette angebracht war.

So wurde auch am 22sten August 1765 das Wasser gegen das Schutzbrett auf

eine Höhe von 24½ Zollen erhalten. Eben so hoch stand das Wasser in der auf dem Boden der Oeffnung hinter dem Schutzbrette angebrachten Röhre.

Zu eben dieser Zeit machte man noch eine in anderer Hinsicht merkwürdige Erfahrung. Während der Zeit, daß das Wasser unter dem Schutzbrette mit der größten Heftigkeit durchströmte, wurde die Röhre in einer Entfernung von 120 Fuß von dem Schutzbrette eingesenkt und das Wasser erreichte in selbiger eine Höhe von 2½ Zollen. Hierauf wurde das Schutzbrett ganz in die Höhe gezogen, das Wasser nahm seinen natürlichen Lauf an und die Erhöhung in der Röhre war ganz dieselbe, d. h. 2½ Zoll. Auch hat man es öfters beobachtet, daß so zu sagen die forcirte Geschwindigkeit des unter dem Schutzbrette fortströmenden Wassers sich nicht weiter als 30 Fuß weit erstreckt, wo sich nehmlich das Widerspiel des schneller folgenden und langsamer fortgehenden Wassers zeigte, indem dieses jenem widersteht und ein Anschwellen des Wassers bewirkt. Hierdurch wird das, was ich schon an einer andern Stelle gesagt habe, bestätigt; daß sich nehmlich die zufälligen Geschwindigkeiten des fließenden Wassers gewisser Maßen oft von selbst verlieren, indem selbiges eine Geschwindigkeit annehmen muß, welche seiner Masse und der Beschaffenheit des Bettes, worüber es fortfließt, zugehört.

§. 109.

Aus diesen und vielen andern Versuchen, die ich hier, um nicht weitläuftig zu seyn, nicht beschreiben will, folgt:

1) Daß, je ruhiger und unveränderlicher das Wasser in der gebogenen Röhre ist, worin es sich in die Höhe hebt, desto gleichförmiger und unveränderlicher die Bewegung des Wassers ist.

2) Daß die größere Höhe genau die Fläche erreicht, welche mit dem Anfange des Gefälles, in einerley Horizont liegt.

3) Daß da wo der natürliche Lauf des Wassers nicht durch Nebenumstände abgeändert wird, die unter verschiedenen Tiefen der in einen und denselben Querschnitt eingesenkten Röhre erhaltenen Höhen beständig einander gleich bleiben, und nur da kleiner werden, wo das Wasser gegen die Hindernisse des Bodens wirken muß.

Hier zeigt es sich nun, daß Zendrini's Zweifel gegen die von Pitot auf der Seine unter der Königsbrücke gemachten Versuche, nicht ohne Grund sind. Letzterer bemerkt, daß, je tiefer er sein Instrument einsenkte, desto weniger sich das Wasser in seiner Röhre über den Spiegel des Flusses erhob. Er glaubte daher und dieses glauben auch andere, daß die Geschwindigkeiten in größern Tiefen kleiner als nahe an der Oberfläche sind. Allein der Verminderung der Höhe in der Röhre ungeachtet, müssen doch die Geschwindigkeiten gegen den Grund des Flusses größer werden und sind es auch wirklich, weil man die Geschwindigkeiten nicht allein nach der Höhe in der Röhre, sondern auch nach der eigentlichen Druckhöhe des fließenden Wassers, schätzen muß. Denn die Erhöhung des Wassers in der Röhre vertritt hier die Stelle des Anschlagewassers, gerade wie beym Wasser an dem aufgezogenen Schutzbrette, mit einer unter sich gelassenen Oeffnung. Auf der andern Seite verschwinden auch die Zweifel und Einwendungen des gedachten Zendrini und mehrerer andern, wegen des Gebrauches dieses Instrumentes, und sie selbst

würden sich, durch Anstellung eigener Versuche, eines Bessern belehrt haben. Das was ich hier gesagt habe, erhellet noch mehr aus andern Versuchen, vermittelst welcher die Abmessungen eben dieses Wassers wirklich geschehen und durch Erfahrungen bestimmt sind.

[Es bedarf hier kaum erwähnt zu werden, daß durch die genauesten Versuche erwiesen ist, daß die Geschwindigkeit des fließenden Wassers in der Regel vom Wasserspiegel nach dem Boden zu abnimmt. Auch gehört es nicht hierher manche nicht haltbare Bemerkungen zu widerlegen.]

Hier kann man nun noch den Unterschied der vermittelst des Rades und der Pitotschen Röhre, gefundenen Geschwindigkeit an derselben Stelle des Flusses bemerken. Im J. 1764 den 20sten August, machte das Rad mit seinen kurzen Schaufeln in jeder Minute 20 Umdrehungen, woraus sich eine Geschwindigkeit von 2'. 5''. 4'''. in einer Secunde ergiebt. An eben dieser Stelle erhob sich das Wasser in der Röhre 1½ Zolle über die Oberfläche, indem sie 1 Zoll tief eingesenkt war, und wo also die ganze Höhe 2½ Zolle machte, welcher eine Geschwindigkeit von 3½ Fuß in einer Secunde zugehört. Daher beträgt der Unterschied der Geschwindigkeiten über einen Fuß.

Vermittelst des Rades mit den 8 langen Schaufeln fand man hierauf eine noch kleinere Geschwindigkeit; nehmlich 2'. 5''. 0'''. Setzt man nun noch zu der Wasserhöhe von 1½ Zollen in der Röhre, 2½ Zoll als die damit zusammen gehörige Tiefe vermittelst der 5½ Zoll langen Schaufel hinzu, so beträgt die gesammte Höhe 4 Zoll und mehr, wozu eine Geschwindigkeit von 4'. 5''. gehört.

Vom Regulator.

§. 110.

In dem vorhergehenden §. habe ich bereits erwähnt, daß die Pitotsche Röhre und der Regulator (Fig. 24.) auf eine ähnliche Art können angewendet werden. Denn bey der Gelegenheit, wo gezeigt wurde, daß dies in der Röhre erhöhete Wasser die wagrechte Fläche des vom Schutzbrette aufgehaltenen stillstehenden Wassers annimmt, wurde bemerkt, daß der Gebrauch der Röhre mit dem von Guglielmini in seinem vierten Buche vorgeschlagenen Regulator einerley sey, und welcher darin besteht, daß man, um den Inbegriff der Geschwindigkeiten in der senkrechten Richtung eines und desselben Querschnittes mit der Röhre zu finden, die Summe der Geschwindigkeiten der ganzen Höhe finden muß, welche aus der Höhe des fließenden Wassers und dessen Erhöhung in der Röhre zusammen gesetzt ist; so wie man auch vermittelst des Regulators die gesammte Geschwindigkeit vom Grundbette des Flusses bis an den Spiegel des vom Schutzbrette aufgehaltenen Wassers finden muß. Man muß demnach bey der Röhre von der, der gesammten Geschwindigkeit zugehörigen Höhe diejenige abziehen, welche der Höhe in der Röhre zugehört, so wie man beym Regulator von der Summe der Geschwindigkeiten der ganzen Wasserhöhe diejenige abziehen muß, welche mit der bloß über der Oeffnung des Schutzbrettes stehenden Höhe zusammen gehört. In beyden Fällen wird demnach der Rest die Summe der Geschwindigkeiten in dem lothrechten Querschnitte des frey fließenden Wassers ausdrucken. Dividirt man nun diese Summe durch die Höhe des frey fließenden Wassers, so erhält man die mittlere Geschwindigkeit, und dividirt man die Summe

durch die Höhe der Oeffnung unter dem Schutzbrette, so ergiebt sich hieraus die mittlere Geschwindigkeit durch die Oeffnung

Eine solche Bewandtniß hat es mit dem Gebrauche des von Guglielmini vorgeschlagenen Regulators. Jedoch muß man, um nicht fehlsame Anwendungen davon zu machen, noch folgende Umstände bemerken. Das hinter dem Schutzbrette aufgehaltene Wasser kann man als stillstehend betrachten, so daß auf dessen Spiegel keine Schwankungen anzutreffen sind, und daß nur in einer beträchtlichen Entfernung von dem Schutzbrette der Lauf des Wassers merklich sey; ferner, daß der Wasserspiegel nicht veränderlich sey, sondern auf eine beständige Höhe erhoben bleibe; und endlich, daß das Wasser, welches unter dem Schutzbrette fortzugehen genöthiget wird, den Lauf des vorhergehenden und langsamer bewegten Wassers in einer ansehnlichen Entfernung von dieser Stelle, befördern könne.

Diese Umstände aber kann man wegen der zu großen Geschwindigkeit oder Menge, oder der zu tiefen Ufer des fließenden Wassers nicht immer erhalten. Daher würde man eine Ueberschwemmung bewirken, wenn man selbiges so hoch als es nöthig ist, aufstauen wollte. Ferner würde in der Nähe des Schutzbrettes sich das zurückgehaltene Wasser nicht senken und auch nicht steigen, sondern es würde sich unter einer stets schwankenden Bewegung in einer gewissen Höhe erhalten, welches alles nicht zu unserm Zwecke dient; denn hier wirkt nicht bloß der Druck des Wassers an und für sich, sondern er ist mit Schwankungen und vorübergehenden Erschütterungen begleitet; Umstände wodurch die Wirkung der zunehmenden Geschwindigkeit in dem untern Wasser sehr geändert wird. Jedoch wird jeder Querschnitt des frey fließenden Wassers mit der Herablassung des Schutzbrettes vermindert; daß sich aber alsdann das vor dem Schutzbrette stehende Wasser nicht weiter erhebt, ist wohl ein Beweis, daß das ungehindert unter dem Schutzbrette durchfließende Wasser die Oeffnung ganz ausfüllt. Jedoch rührt die gesammte Geschwindigkeit nicht von dem bloßen Drucke allein her. Denn der Druck und das Gefälle tragen gemeinschaftlich zur Vermehrung der Geschwindigkeit bey, und daß das eine mehr als das andere vermag, hindert nicht, daß sie nicht beyde zusammen zu einem und demselben Zwecke hinwirken sollten. Daher sey a die eigentliche Höhe des im Querschnitte frey fließenden Wassers, x die Höhe welche die mittlere Geschwindigkeit zu bewirken fähig ist, so wird die ganze Wassermenge sich wie $a\sqrt{x}$ verhalten. Nimmt man nun b für die unter dem Schutzbrette vorhandene Höhe und q für die Höhe, welche die mittlere Geschwindigkeit im verminderten Querschnitte zu bewirken fähig ist; so verhält sich $b^2 : a^2 = x : y$ also $y = \frac{a^2 x}{b^2}$. Wenn also der bloße Druck, welchen man $= p$ setzt, die Ursache der ganzen Geschwindigkeit unter dem Schutzbrette ist; so wird $\frac{a^2}{b^2} x = p$ und $x = \frac{b^2 p}{a^2}$ seyn; d. h. das Gefälle, welches dem freyen Ausfluß durch den Querschnitt zugehört, ist so groß als der Quotient welchen man findet, wenn man das Product aus dem Quadrate der verminderten Höhe in den Druck, durch das Quadrat der ganzen Höhe des freyen Querschnittes dividirt.

Bey großen Strömen und Canälen kann man den Regulator nicht brauchen, sondern man muß auch hier zu andern Hülfsmitteln seine Zuflucht nehmen. Auch ist es nicht

nicht durchaus nothwendig daß der Regulator aus einer und zwar rechtwinkligen Mündung bestehe. Er kann deren mehrere von beliebiger Gestalt haben; die man doch aber muß berechnen können.

Der häufigste Gebrauch des Regulators kommt bey den durch Kunst angelegten und regulären oder in solchen Canälen vor, wo die Anlage dazu schon unmittelbar gemacht ist, oder wenig zu deren Beendigung fehlet.

Erster Versuch.

Am 22sten August 1765 nahm man einen beliebigen Querschnitt im Regulator, wo die Wasserhöhe 9 Zoll 6 Linien und die Erhöhung in der Pitotschen Röhre einen Zoll nnd neun Linien betrug. Hierauf wurde das Schutzbrett so weit herabgelassen, daß für die Höhe der Schutzöffnung nur 5 Zoll übrig blieben. Das aufgehaltene Wasser schwoll an und erhob sich vor dem Schutzbrette zu einer Höhe von $24\frac{1}{2}$ Zollen, nehmlich von dem Boden bis an den Wasserspiegel gerechnet. Daraus ergiebt sich für das Anschlagewasser eine Höhe von $19\frac{1}{2}$ Zollen. Aus der Berechnung ergiebt sich für die relative Geschwindigkeit vermittelst der Röhre $2^{I}.\ 11^{II}.\ 4^{III}.\ 9^{IV}$. Vermittelst des Regulators fand man nach derselben Regel $2^{I}.\ 11^{II}.\ 0^{III}.\ 1^{IV}$.

Zweyter Versuch.

Am 15ten October wurde das Schutzbrett in dem Einleitungscanal so weit herabgelassen, daß die Höhe der Schutzöffnung $5\frac{1}{4}$ Zoll betrug, das durch den Schutz aufgehaltene Wasser erhob sich bis zu einer Höhe von 24 Zollen. Daher war die Höhe des Druckwassers $18\frac{1}{2}$ Zolle. Man findet daher die gesammte dazu gehörige relative Geschwindigkeit 38 Zolle.

Als hierauf das Schutzbrett ganz herabgelassen wurde, um das Wasser in den Thurm laufen zu lassen, so maß man die Wasserhöhe gegen die Mitte des Einleitungscanals, und man fand selbige $9^{II}.\ 3^{III}$. Die Erhöhung in der Pitotschen Röhre aber betrug $2^{II}.\ 9^{III}$. Als man auch hier die dazu gehörige relative Geschwindigkeit berechnete, so wurde selbige 37 Zoll gefunden.

Andere vermittelst des Regulators und der Pitotschen Röhre angestellte Versuche werden an einem andern Orte vorkommen. Diese mögen hier hinlänglich seyn, um dasjenige zu bestätigen, was in Absicht des ähnlichen Gebrauches von der Pitotschen Röhre und dem Regulator gesagt worden ist.

§. 111 und 112.

[Diese beyden §. §., welche sich auf theoretische Bestimmungen der Wassermenge beym Regulator beziehen, konnten hier wegen ihres geringen Werthes sehr wohl weggelassen werden. Dasselbe gilt von §. 113., welcher vom Heber handelt.]

Von dem Stromquadranten.

§. 114.

Die bessern Schriftsteller der Hydrometrie, als Castelli, Guglielmini, Herman, Grandi, Zendrini empfehlen einstimmig den Quadranten (Fig. 25) als das vorzüglichste Werkzeug, die Geschwindigkeit fließender Gewässer ausfindig zu machen. Allein diejenigen, welche sich dessen bedienen wollen, finden nichts wie Schwierigkeiten und Unsicherheit dabey. Diese sind vornehmlich von Zendrini in seiner Schrift von den Gesetzen und Erscheinungen fließender Gewässer angeführt. Von dem P. De-Regi sind sie in seinem kleinen, zu Mailand im Jahre 1764 herausgekommenen Werkchen bemerkt, und noch andre von dem P. Lecchi in seiner auch zu Mailand im Jahr 1765 herausgegebenen Hydrostatik. Auch wir stießen in unsern Versuchen auf diese Schwierigkeiten und Bedenklichkeiten. Daher wollen wir sie in diesem Abschnitte beschreiben, und uns bemühen, selbige aus dem Wege zu räumen und aufzuklären.

Man kann zweyerley Methoden, sich des Quadranten zu bedienen, von einander unterscheiden. Man sucht entweder bloß das Verhältniß der Geschwindigkeiten oder man sucht die wirkliche Geschwindigkeit. Indeß ist vorläufig zu merken, daß sich aus der Abweichung eines solchen Pendels, die Geschwindigkeit des Stromes bestimmt. Die erste Methode ist zwar sehr einfach, aber auf der andern Seite auch unvollkommen. Denn, um von dem Werkzeuge auf diese Art einen Gebrauch zu machen, ist es nothwendig, daß noch eine andre Erfahrung, die auf eine andere Art angestellt wird und die wir noch nirgends bemerkt haben, vorausgehe.

Die zweyte Methode ist an und für sich sehr brauchbar und vollständig, und besteht darin, daß man mittelst des Stromquadranten unmittelbar die Geschwindigkeit sucht; allein sie ist auch weit schwerer in Ausübung zu bringen. Beyde gründen sich auf einen in der Mechanik evident erwiesenen Satz: nehmlich bey Canälen, die in ziemlich horizontaler Richtung fortgehen, verhält sich das Gewicht der Kugel, zu dem von dem fließenden Wasser erhaltenen Stoße, wie der Cosinus zum Sinus, oder wie der Halbmesser zur Tangente des Winkels, den der abgezogene Pendel mit der Verticallinie einschließt.

In merklich geneigten Canälen aber verhält sich das Gewicht der Kugel, zu dem vom fließenden Wasser erhaltenen Stoße, wie der Sinus desjenigen Winkels, welcher so groß ist als die Summe eines Rechten nebst dem Neigungswinkel des Canales, zum Sinus des Abweichungswinkels.

Hier aber gehen die Schriftsteller in ihren Meinungen sehr von einander ab. Einige behaupten, der Stoß oder die Kräfte sind den Geschwindigkeiten; andere, deren Quadraten proportional. Gründe und Erfahrung entscheiden sich mehr für die letztere Behauptung, daß nehmlich der Stoß den Quadraten der Geschwindigkeit proportional sey. Denn jede Kraft hängt von der Größe der Bewegung ab, und es verhalten sich daher die Kräfte wie die Producte aus den Massen in die Geschwindigkeiten. Allein bey flüssigen Massen kommt im Zustande der Bewegung auch noch die Geschwindigkeit in Betracht, daher sich selbige als wirkende Kräfte wie die Geschwindigkeiten zwey Mahl genommen, d. i. wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten. Jedoch stimmt auch bey dieser Voraussetzung die Theorie nicht immer mit der Erfahrung vollkommen überein. Allein

bey einer genauern Ueberlegung kann auch hier keine völlige Uebereinstimmung Statt finden, besonders wenn man erwägt, daß hier eine Zusammenziehung des Wasserstrahles oder eine andere Verringerung der größten oder absoluten Geschwindigkeit vorkommt. Denn in der Erfahrung wird die absolute Geschwindigkeit durch eintretende Hindernisse sehr modificirt.

Digression.

Es sey mir hier erlaubt, den Faden über die Untersuchung des Stromquadranten auf einige Augenblicke weil ich bisweilen, seltsam genug, gehört habe abzubrechen.

Wenn stillstehendes Wasser gegen eine Ebene drückt, so verhält sich dieser Druck wie das Product aus der Ebene in die lothrechte Wasserhöhe. Allein wenn derselbe Wasserkörper sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt und dann die gedachte Ebene trifft, so verhält sich der Stoß wie das Product aus der getroffenen Ebene in das Quadrat der Geschwindigkeit multiplicirt, und das Quadrat der Geschwindigkeit verhält sich wie die Höhe, welche diese Geschwindigkeit hervorzubringen vermag. Daher ist der Stoß dem Gewicht einer Wassersäule gleich, welche die Anstoßebne zur Grundfläche und zur Höhe diejenige senkrechte Entfernung hat, von welcher ein schwerer Körper herabfallen muß, um die Geschwindigkeit zu erhalten, mit welcher der Stoß geschahe. Allein findet hier ein, auf eine gewisse Zeit fortdauernder Druck Statt, so ist alsdann die Wirkung weit größer. Dieser Umstand ist wohl zu merken. Denn bey einer gegenseitigen Einwirkung zweyer Körper mit gleichen Kräften ist anfänglich kein merklicher Erfolg wahrzunehmen; allein bey Kräften, die nicht vollkommen gleich sind, zeigen sich besonders für diejenigen, die nicht darauf gerechnet, erstaunliche Wirkungen. Daher siehet man Gebäude und andere an und für sich sehr feste Werke baufällig werden und zusammen stürzen, indem sie am Ende den fortwährenden Wirkungen der ihnen entgegen gesetzten Kräfte nachgeben, nach dem bekannten Axiom, daß die Schwere nie unthätig ist. Daher erfordert eine vortheilhafte Construction solcher Werke nicht nur eine ansehnliche Vergrößerung über das, was die Gesetze des Gleichgewichtes vorschreiben, sondern man muß auch darauf Rücksicht nehmen, wie lange die Theile der steten Einwirkungen der gesagten Kraft ausgesetzt sind. Nach diesen Bemerkungen kehren wir wieder zu dem Stromquadranten zurück.

Man kann damit auf eine doppelte Art verfahren; erstens, so daß man den Quadranten fest und unbeweglich hält und bloß den Faden woran die Kugel befestiget ist, verlängert oder verkürzet; oder so daß der Faden dieselbe Länge behält und den Mittelpunct des Quadranten erhebt oder erniedrigt. Indeß ist es doch weit bequemer bey einem jeden Versuch den Faden zu verlängern und zu verkürzen, als das Instrument selbst zu erhöhen und zu erniedrigen, indem man selbiges nur gehörig vertical und nach der entgegengesetzten Richtung des fließenden Wassers stellen darf. In beyden Fällen aber ist es durchaus nothwendig die Höhe des Mittelpunctes über den Wasserspiegel des Flusses und die Tiefe des eingesenkten Gewichtes zu wissen und sie auf irgend eine Art zu messen. Sicherer aber bedient man sich hier der Trigonometrie, indem man die Länge des Fadens vom Mittelpunct des Quadranten bis zur Mitte der Kugel gerechnet, als den Sinustotus annimmt, und die proportionale Länge des Cosinus des Abweichungswinkels sucht und die bekannte Höhe von dem Mittelpunct des Quadranten über dem Wasserspiegel davon abzieht, wo alsdann der Rest die Tiefe, um welche die Kugel eingesenkt ist,

angiebt. Daher findet man die Versuche des Zendrini fehlerhaft, bey welchen angenommen ist, daß die Tiefen der Einsenkungen den Erniedrigungen des Mittelpunctes am Quadranten gleich oder proportional sind. Da man nun bemerkt hat, daß bisweilen bey gleichen Erniedrigungen des Mittelpunctes die Abweichungswinkel von dem Pendel gleichförmig zunehmen; so hat man hierauf die Berechnung einer Tafel und Aufstellung einer neuen Theorie gegründet, die aber von P. Lecchi mit Recht verworfen ist. Will man nun auf die erste der beyden oben beschriebenen Arten verfahren, so muß man sowohl den Durchmesser als auch das Gewicht der an dem Quadranten befindlichen Kugel kennen um diese Abmessungen mit den der zum Grunde liegenden Erfahrung vergleichen zu können. Deshalb sind die Versuche des Zendrini von keinem Nutzen, weil er weder die Durchmesser noch das Gewicht seines Pendels angegeben hat. Ueberdieß hat der gedachte P. Lecchi auf eine der Sache angemessene Art gezeigt, daß man bey Bestimmung des Gewichtes, welches die Kugel haben muß, auf die Gewalt des Stromes Rücksicht nehmen müsse. Denn es kann sehr leicht geschehen, daß dessen Gewalt so groß ist, daß die Kugel nicht bis zu der nöthigen Tiefe herabsinken kann, und alsdann können zu gleichen Geschwindigkeiten ungleiche Winkel und zu gleichen Winkeln ungleiche Geschwindigkeiten gehören. Endlich ist noch zu bemerken, daß der Stoß des Flusses gegen die Kugel nach dem 34sten Satze des 2ten Buches von Newtons Principien, halb so groß ist, als gegen einen um die Kugel beschriebenen Cylinder.

Auch zeigen sich noch andere Schwierigkeiten beym Gebrauch des Stromquadranten. Ist das Gewicht der Kugel zu klein, so kann sie nicht bis zur gehörigen Tiefe herabsinken; ist es aber zu groß, so lassen sich nicht die sonst merklichen Differenzen der Abweichungswinkel, da wo die Bewegung des Wassers langsam ist, angeben. Auch wird ein etwas starker Faden erfordert, um das Gewicht bey einem schnellen Strome zu erhalten, der aber alsdann auch einen Theil von dem Gewichte des ganzen Pendels ausmachen wird. Bey tiefen Einsenkungen leidet der Faden einen Theil der Wirkung von dem darauf stoßenden Wasser, und er kann sich nicht in eine gerade, sondern er muß sich in eine krumme Linie ausdehnen, folglich wird der Abweichungswinkel nicht genau genug bezeichnet. Hier ist nun noch hinzu zu fügen, daß sich dieser Winkel nur mit Schwierigkeit bestimmen läßt, theils wegen der zitternden Bewegung des Fadens an der Kugel, theils weil die Kugel selbst bald mehr bald weniger vorwärts gestoßen wird, bald ausserhalb der Verticalebene des Quadranten liegt. Daher man sich sehr leicht um einige Grade bey der Schätzung des Abweichungswinkels von dem Pendel, irren kann.

Wenn man von geometrischer Schärfe redet, so findet man bey verschiedenen Einsenkungen der Kugel in demselben Querschnitte nicht dieselbe Verticallinie, so wie es eigentlich erfordert wird, man mag das Instrument fest halten und den Faden verlängern oder verkürzen, oder man mag bey derselben Länge des Fadens den Mittelpunct des Quadranten erhöhen oder erniedrigen.

Der Quadrant, dessen wir uns bey unsern Versuchen bedienten, hatte einen Halbmesser von 6 Zollen, und ward in seine 90 Grade abgetheilt, jeder Grad aber war weiter von 5 zu 5 Minuten eingetheilt. Der längere Arm des Quadranten war in verticaler Richtung vermittelst zweyer Schrauben in eine Stange eingelegt und daran befestiget; der Körper aber nach dem Laufe des Stromes gerichtet. Die Stange wurde in ein

schweres Gestell mit drey Füßen, welches auch zu andern Werkzeugen gebraucht wurde, gesteckt, und bey den Versuchen, die wir jetzt anführen wollen, auf eine über den Mühlencanal geführte Brücke gesetzt. Der Mittelpunct des Quadranten wurde unbeweglich gehalten, und ein starker Faden aus roher Seide, welcher an eine Messingkugel gebunden war, wurde nachgelassen oder verkürzt.

Erster Versuch.

Am 21sten August des Jahres 1764 war der Mittelpunct des Quadranten 73 Zolle über dem Spiegel des Flusses erhoben, das absolute Gewicht der Kugel war 3 mahl größer als das specifische Gewicht des Wassers d. h. 4935 Gran und damit wurden folgende Beobachtungen angestellt.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Minuten.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	78''.	18°.	1''. 5.
2	84.	21. 30'.	5. 2.
3	108.	33.	17. 7.
4	120.	33.	27. 7.
5	132.	35.	35. 1.

Zweyter Versuch.

Am 6ten September 1764 war der Mittelpunct des Quadranten 65½ Zoll über dem Wasserspiegel erhoben und das Gewicht der Kugel wie oben 4935 Gran.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Minuten.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	69''.	16°. 0'.	0''. 10'''.
2	81.	25.	7. 11.
3	93.	32.	13. 4.
4	105.	35.	20. 6.
5	134.	37.	51. 6.

Dritter Versuch.

Am 12ten September. Die Höhe des Mittelpunctes vom Quadraten über dem Wasserspiegel betrug 80½ Zolle, das Gewicht der Kugel wie vorhin 4935 Gran.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Linien.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	84''.	14°. 0'.	1''. 0'''.
2	96.	19.	10. 3.
3	108.	23.	18. 10.
4	120.	23.	29. 11.
5	132.	27.	37. 1.

Vierter Versuch.

Am 22sten August 1765. Die lothrechte Entfernung vom Mittelpuncte des Quadranten bis an den Wasserspiegel des Flusses betrug 74 Zolle 4 Linien.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Linien.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	78''.	15°. 30'.	0''. 10'''.
2	84.	20. 30.	4. 4.
3	96.	26.	11. 11.
4	108.	28. 30.	20. 7.
5	120.	25.	34. 5.

Fünfter Versuch.

Am 22sten August war des Quandranten Mittelpunct 72 Zoll 8 Linien über den Spiegel des Flusses erhoben und das Gewicht der Kugel zwey Mahl größer als die specifische Schwere des Wassers, nehmlich 3290 Grane.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Linien.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	84''.	19°	6''. 9'''.
2	96.	33.	7. 10.
3	108.	41.	8. 10.
4	120.	46.	10. 8.
5	132.	49.	13. 11.
6	144.	52.	16.
7	156.	54.	19.
8	168.	56.	22. 3.

Sechster Versuch.

An demselben Tage und unter denselben Umständen.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Linien.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	84''.	19°. 0'.	6''. 9'''.
2	90.	27.	7. 2.
3	102.	37. 30.	8. 3.
4	114.	43.	10. 8.
5	126.	47.	12. 3.
6	138.	51.	14. 2.
7	150.	52. 30.	18. 8.
8	162.	55.	20. 3.

Bey den letzten Einsenkungen dieser beyden Versuche bemerkte man, daß die Kugel nicht schwer genug war um sich auf eine größere Tiefe eintauchen zu können; und überall nahm die Geschwindigkeit mit der größern Wassertiefe zu, indeß bey allen die Sinus der Abweichungswinkel zunehmen, nach welchem Gesetze diese Zunahme auch immer geschehen mag.

Siebenter Versuch.

Am 7ten August lief das Wasser an der ersten Scale unter einer Höhe von 15 Zollen 9 Linien und an der andern unter einer Höhe von 12 Zollen durch den Zuführungscanal. Hier wurden folgende drey Versuche mit dem Quadranten, dessen Mittelpunct 73½ Zoll über den Spiegel des fließenden Wassers erhaben war, angestellt. Das Gewicht der Kugel war 3 Mahl größer als das specifische Gewicht des Wassers, nehmlich 4935 Gran.

No.	Länge des Fadens in Zollen angegeben.	Abweichungswinkel in Graden und Linien.	Tiefe der Einsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	76''.	14°. 30'.	$0''.0'''.11^{IV}.3^{V}$.
2	84.	27.	1. 5. 1. 6.
3	96.	36.	4. 1. 11. 9.

Aus dem ersten dieser drey Beobachtungen siehet man, daß der Mittel punct der Kugel nur etwa eine Linie tief unter den Wasserspiegel gesenkt war, und daß also die

Kugel nicht ganz den Stoß des fließenden Wassers auffangen konnte. Bey der dritten Einsenkung lag der Mittelpunct der Kugel ungefähr 4 Zolle 2 Linien unter dem Wasserspiegel, und in der Pitotschen Röhre erhob sich an dieser Stelle das Wasser auf eine Höhe von 3 Zollen, welche zu den 4 Zollen 2 Linien hinzugesetzt, 7 Zolle 2 Linien machen. Zu dieser Höhe gehört eine Geschwindigkeit von 6 Fuß. Nach der Methode, welche im folgenden Abschnitte gezeigt werden soll, ergiebt sich für die mittlere Geschwindigkeit in dem an dieser Stelle genommenen Querschnitte, etwas mehr als 6 Fuß.

§. 115.

Bey dem Abweichungswinkel von 36 Graden, wo der Mittelpunct des Quadranten $73\frac{1}{2}$ Zolle über dem Spiegel des fließenden Wassers liegt, die Länge des Fadens 96 Zolle, das Gewicht der 2 Zoll im Durchmesser haltenden Kugel 4935 Gran beträgt und dessen Mittelpunct 4 Zoll 2 Linien unter dem Wasserspiegel liegt, gehört also eine Geschwindigkeit von 6 Fuß in jeder Secunde. Diese Erfahrung wollen wir so lange zum Grunde legen, bis wir andere genauere, die wir bey keinem Schriftsteller bisher gefunden haben, erhalten werden.

Diese wollen wir hier benutzen um die wirkliche Geschwindigkeit an einer andern Stelle zu finden. Bey dem zweyten der drey vorhergehenden Versuche, wo z. B. der Abweichungswinkel 27 Grad gefunden wurde, setze man: wie sich die Quadratwurzel 269 der Tangente 72654, von 36 Graden, zur Quadratwurzel 225 der Tangente 50952 von 27 Graden verhält, so verhält sich die Geschwindigkeit von 6 Fuß zur vierten Proportionalzahl, welche 5 Fuß für die zu der Tiefe von $1^{II}. 5^{III}. 1^{IV}. 6^{V}.$ der zweyten Einsenkung gehörigen Geschwindigkeit, gefunden ward.

Setzt man nun die relativen Gewichte beyder Kugeln im Wasser P und p, ihre Durchmesser D, d die Geschwindigkeiten des fließenden Wassers V, v die Tangenten der Abweichungswinkel T und t; so verhält sich der respective Wasserstoß, welchem die Kugeln ausgesetzt sind, allemahl wie PT und pt, aber auch wie $(DV)^2$ und $(dv)^2$ und daher $PT : pt = (DV)^2 : (dv)^2$ folglich $PT \times (dv)^2 = pt \times (DV)^2$ und wenn also v die gesuchte Geschwindigkeit ist, so erhält man $v^2 = \frac{pt. (DV)^2}{PT. d^2}$ und $v = \frac{DV}{d} . \sqrt{\frac{pt}{PT.}}$ als ein durch die zum Grunde gelegte Erfahrung gegebenes Stück.

Will man nun den Quadranten auf die zweyte Art gebrauchen, d. h. die Geschwindigkeit unmittelbar und unabhängig von irgend einem andern Versuche finden, so sind die Regeln, welche die Geometrie dazu an die Hand giebt zwar sehr einfach und leicht; aber die Ausführung ist wegen der oben angeführten Gründen mit mancherley Schwierigkeiten verknüpft.

Wenn man den Quadranten zwey Mahl, jedoch nicht zu nahe am Spiegel oder am Grundbette des Flusses eingesenkt hat; so schließe man nach folgender Proportion: wie sich die Differenz der Tangenten beyder Abweichungswinkel zur kleinern Tangente verhält, so verhält sich die Differenz der Tiefen beyder Einsenkungen zum vierten Proportionalgliede, welches zu dieser Differenz hinzugesetzt den Scheitel der Parabel oder den An-

Anfangspunct der gleichgeltenden Fallhöhe giebt. Da nun der Stoß gegen die Kugel dem Quadrate der Geschwindigkeiten proportional ist; so verhält sich derselbe auch, wie die Abscissen der Parabel, oder wie die Fallhöhen. Daher verhält sich bey der vorhergehenden Beobachtung 21702 d. i. die Differenz beyder Tangenten, zur kleinern Tangente 50952; wie 2 Zolle 9 Linien d. i die Differenz beyder Einsenkungen, zur vierten Proportionalzahl, welche 6 Zoll 5 Linien gefunden wird. Setzt man diese Zahl zu der vorigen nehmlich zu 2 Zoll 9 Linien, so erhält man den Fall der tiefern Eintauchung von 9 Zollen 2 Linien, welchem eine Geschwindigkeit von 6 Zollen 9 Linien zugehört und die also merklich größer ist als die richtige, welche oben gefunden worden.

Dieses rührt nicht allein davon her, daß man die Operationen nicht mit der nöthigen Genauigkeit anstellen und die Kugel in der nehmlichen verticalen Richtung eines und desselben Querschnittes herablassen konnte, sondern daher, daß die Höhen fließender Gewässer beträchtlich höher sind, als die absoluten d. h. als diejenigen, welche das Wasser haben würde, wenn es einen von keinen Hindernissen gestörten Lauf annehmen könnte, so wie solches in (§. 103.) beobachtet ist und sich nachher noch deutlicher wird bemerken lassen.

Weniger ist man bey jener zweyten Vorschrift, wo ein Versuch unabhängig von dem andern ist, einem bedeutenden Irrthume unterworfen: Man füge nehmlich zu der Einsenkungstiefe der Kugel noch die Höhe einer Wassersäule, deren Grundfläche der größten Kreisfläche und deren Gewicht dem relativen Gewichte der Kugel doppelt genommen gleich ist; so wird die Summe die Höhe bezeichnen, welcher der vom Stosse herrührenden Geschwindigkeit zugehört.

So war in der angeführten Beobachtung die Tiefe der dritten Einsenkung, 4 Zoll 2 Linien. Nun verhält sich der Halbmesser 100000 zu 72654 der Tangente eines Winkels von 36 Graden, wie 3290 Gran d. i. das Gewicht der Kugel im Wasser zu einer andern, deren Gewicht 2390 Gran gefunden wird, und deren Doppeltes 4780 beträgt. Dividirt man nun diese Zahl durch 1172 Gran, als das Gewicht der Wassersäule von der gedachten Grundfläche und 1 Zoll Höhe, so ist der Quotient 4, welcher zu 4 Zoll 2 Linien addirt 8 Zoll 2 Linien giebt, wozu eine Geschwindigkeit von 6'. 4''. gehört.

Bey der zweyten Einsenkung verhält sich der Halbmesser 100000 zu 50952 der Tangente eines Winkels von 27 Graden, wie das Gewicht der Kugel im Wasser zu einer andern, welche 1676 Gran beträgt, deren Doppeltes 3352 durch 1172 dividirt, 2 Zoll 10 Linien zum Quotienten giebt. Addirt man dazu die 1 Zoll 5 Linien von der Einsenkung, so ist die Tiefe 4 Zoll 3 Linien, wozu eine Geschwindigkeit von 4'. 7''. 5'''. gehört. Auf eine ähnliche Art kann man jede Einsenkung betrachten, wenn nur die Kugel nicht dem Wasserspiegel oder dem Grundbette des Flusses zu nahe kommt.

Wenn man hierauf mehrere Einsenkungen macht, um in derselben verticalen Richtung das arithmetische Mittel zu finden, so ist man in gedoppelter Rücksicht einem Irrthume ausgesetzt. Erstens, alsdann wenn man die Summe der gefundenen Winkel durch die Zahl der Einsenkungen dividirt, indem die Voraussetzung, daß die Kreisbogen den Tangenten proportional sind, falsch ist. Zweytens, durch die Aequirung der Tangenten,

welche nicht Statt finden kann, wenn man nicht auf ihre Distanzen, d. h. auf die Differenzen der Einsenkungstiefen Rücksicht nimmt.

Ferner ist es nicht einerley, ob man das arithmetische Mittel der Tangenten oder ihrer Quadratwurzeln, welche sich wie die Geschwindigkeiten verhalten, nimmt. Man muß daher die Quadratwurzeln der Tangenten äquiren und auf ihre Distanzen von einander Rücksicht nehmen, nach Anweisung der practischen Geometrie und wie solches von uns im ersten Theile (6. §.) in der Bestimmung des arithmetischen Mittels in Absicht der abwechselnden Höhe über dem Einschnitte geschehen ist, wo aber die Distanzen die Stellen ausfüllen müssen, welche bey uns die Zeiten bezeichnen. Das auf diese Art gesuchte arithmetische Mittel, wird der Wahrheit sehr nahe kommen:

[Anstatt aller hierher gehörigen Bemerkungen verweise ich auf meine Abhandlung über den Stromquadranten in der Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend. 3. Band. 1799. (Berlin) S. 53 u. f.]

Mit der hydrometrischen Flasche des D. Nadi haben wir deßhalb keine Versuche gemacht, weil sie wegen der von Grandi und Manfredi angeführten Gründe zur Erforschung der wirklichen Geschwindigkeit fließender Gewässer nicht tauglich ist.

§. 116.

[Dieser §. enthält eine Aufgabe aus Montucla's mathematischem Wörterbuche, Art. Hydraulik, welche hier füglich weg bleiben konnte.]

Dritter Abschnitt.

Betrachtung der fortschreitenden Bewegung der Gewässer in regulären Canälen, wo das Gesetz der Hindernisse dargethan wird, welches als ein drittes Princip bey der Messung fließender Gewässer dienen kann.

§. 117.

Der Druck flüssiger Massen pflanzet sich nach allen Richtungen fort, so daß nicht bloß der Boden das ganze Gewicht des darüber stehenden Wassers zu tragen hat, sondern auch die Seitenwände leiden an jeder Stelle einen Druck, welcher der Höhe der darüber befindlichen Wassersäule proportional ist, ohne daß dadurch das absolute Gewicht des Wassers vermehrt oder vermindert wird. Denn die Theile desselben können sich durch einander bewegen, und diese sind nur dann in Ruhe, wenn alle Theile gleich stark gedrückt und zusammen gehalten werden, und wofern an irgend einer Stelle ein geringerer Widerstand entsteht, oder derselbe ganz aufgehoben wird, so eilen sie vermöge ihrer eigenen Schwere oder durch den Druck der andern Wassertheilchen genöthiget, an diesen Ort au-

genblicklich hin. Es können sich daher die Theile der flüssigen Körper zum Unterschiede der festen, nach allen Seiten ausbreiten, und wenn gleich der Boden ihre Bewegung nach verticaler Richtung hindert, so gewähret ihnen doch eine Seitenöffnung im Gefäße einen ungehinderten Ausfluß. Denn an dieser Stelle finden die Wassertheilchen keine Hindernisse, und leiden keinen andern Druck als den, welcher von den darüber liegenden und benachbarten Theilen herrührt, von welchen sie aus ihrer Stelle fortgestoßen werden. Es erfolgt daher ein Ausfluß, und zwar nach einer Richtung, die auf der Ebne der Oeffnung, sie mag vertical oder gegen den Horizont geneigt seyn, senkrecht steht. Es ist daher nichts im Wege, daß man den Querschnitt eines Flusses nicht als eine Seitenöffnung in einem sehr großen Gefäße, und die Geschwindigkeit, womit das Wasser durch den Querschnitt ausfließt, als eine Wirkung des Drucks von dem auf eine gewisse Höhe enthaltenen Wasser herrührenden Drucke sollte betrachten können, oder welches nach (§. 65.) dasselbe ist, von derjenigen, den es durch den Fall von einer gewissen Höhe erhalten hat.

Diese Voraussetzung hat keine Schwierigkeit und stellt sich uns natürlich dar, wenn man den Lauf des Wassers in den Flüssen betrachtet, und ist auch von Guglielmini, Grandi und andern sachkundigen Männern aufgenommen worden. Weil aber die Erfahrungen nicht vollkommen damit übereinstimmen, so haben einige neuere Schriftsteller sie auf die Bewegung des Wassers nicht anwendbar gefunden. Daher sind sie auf andere Principien gefallen, die unglücklicher Weise der Natur der Sache weit weniger angemessen sind, als diese.

Das Gesetz, nach welchem die Geschwindigkeiten sich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen verhalten, und welches sich bey, dem durch Oeffnungen des Gefäßes, ausfließenden Wasser zeiget, das umgekehrte Verhältniß der Querschnitte und der mittlern Geschwindigkeiten bey der Bewegung eines und desselben Wasserkörpers zeigen uns den Weg, uns an sie in diesen Untersuchungen zu halten, und geben uns die Mittel an die Hand, die relativen Geschwindigkeiten und Abflußmengen zu bestimmen. Zur Aufsuchung der wirklichen aber bedürfen wir noch eines dritten, weniger evidenten und bekannten, jedoch aber sichern und unentbehrlichen Princips.

Vernunft und fortgesetzte Beobachtung führen uns bald zu der Bemerkung, daß sich die verschiedenen Theile eines fließenden Gewässers nicht sämmtlich mit einerley Geschwindigkeit bewegen, und daß diejenigen, welche sich in der Mitte oder in dem Stromstriche befinden, sich weit schneller bewegen als diejenigen, welche weiter von demselben entfernt sind; ferner daß ein gleicher Unterschied zwischen den Wassertheilchen nahe am Grundbette und dem Spiegel, desgleichen bey denjenigen, welche sich in der Entfernung oder Nähe gewisser Hindernisse befinden, vorhanden sey. Daher lehren und empfehlen die bessern Schriftsteller die Geschwindigkeit in einem und demselben Querschnitte so wohl nach dessen Länge als Breite an verschiedenen Stellen zu suchen, um eine mittlere, d. i. diejenige Geschwindigkeit zu finden, mit welcher alle Theile fortgehen. Allein diese mit vieler Mühe und Anstrengung erhaltene mittlere Geschwindigkeit ist doch nicht so genau, daß sich nicht irgend ein Irrthum dabey sollte einschleichen können. Hierin nun liegt das Unvollständige der Theorie und Praxis bey der Messung der Gewässer, d. h., man weiß nicht

das Gesetz, nach welchem die absoluten Geschwindigkeiten abnehmen, um daraus die relativen zu bestimmen.

Allein die Bestimmung des Gesetzes, nach welchem die absoluten Geschwindigkeiten dadurch, daß sich die Wassertheilchen von den schnellern entfernen, und sich den widerstehenden Körpern nähern, abnehmen, nach bloßen theoretischen Principien ist, wo nicht eine unmögliche, so doch eine höchst schwierige Unternehmung. Gesetzt auch, man wäre zu dieser Bestimmung in der Theorie wirklich gelangt, wer weiß, welche unübersteigliche Hindernisse sich der wirklichen Ausübung entgegen setzen würden? Daher werden wir uns hauptsächlich auf folgendes Axiom beschränken: daß natürliche Wirkungen, welche von denselben Ursachen und unter denselben Umständen hervorgebracht werden, auch nach demselben Gesetze, wie dieses auch immer beschaffen seyn mag, erfolgen. Und da wir in sehr vielen Versuchen bemerkt haben, wie es sich als ein solches äussert; so sind wir zu andern übergegangen und vom selbigen hierbey Gebrauch zu machen, und dieses Gesetz ist dadurch, daß wir die Resultate mit den wirklich ausgemessenen Wassermengen verglichen, noch mehr bestätigt und ausser Zweifel gesetzt werden.

§. 118.

Die Menge der in dem ersten Theile angeführten Versuche ist mehr als hinreichend, das Gesetz der Geschwindigkeiten, des durch Oeffnungen ausfließenden Wassers zu beweisen, aber nicht so, um uns über die Zusammenziehung des Wasserstrahles, von deren Existenz uns zwar die Versuche eines Newton, Bernoulli und Poleni die nöthige Ueberzeugung verschafft haben, nach den, von der verschiedenen Gestalt und Größe herrührenden Abänderungen, aus aller Ungewißheit zu ziehen. Allein aus allen Versuchen über den Ausfluß des Wassers durch Oeffnungen, die unmittelbar in simplen Platten gemacht sind, ergiebt sich, daß sich der Flächeninhalt der Oeffnung zum Querschnitte des zusammen gezogenen Wasserstrahls, wie 324 zu 199, oder wie 432 zu 265, oder mit einer kleinen Abweichung, wie 18 zu 11 verhält. Dieses Verhältniß nehmen wir nicht bloß wegen einer schnellern Berechnung, sondern aus dem Grunde an, weil selbst in den regulärsten Canälen die Rauhigkeit und Anklebrigkeit des Bodens und der Seitenwände unvergleichbar größer sind, als bey den ausgeschliffenen und polirten Rändern der in Eisen oder Messing eingeschnittenen Oeffnungen, so daß man in vielen Fällen in dem zweyten Gliede des Verhältnisses 18 zu 11, anstatt 11 eine kleinere, nie aber eine größere ganze Zahl wird annehmen müssen.

Aus verschiedenen oben angegebenen Merkmahlen läßt sich nun schließen, daß das gedachte Verhältniß auch bey Flüssen und Canälen Statt findet, und die Ungleichheit, welche man beym ersten Anblicke bey einem frey fließenden Gewässer, und demjenigen, welches durch die in eine dünne Platte eingeschnittene Oeffnung findet, ist nur scheinbar. Denn

1) der größere oder geringere Druck, welcher das Wasser zum Ausflusse nöthiget, ändert nicht das Verhältniß zwischen der Größe der Oeffnung und des zusammen gezogenen Wasserstrahles, wie solches aus dem ersten Theile zu ersehen ist. Allein die Wirkung der zunehmenden Geschwindigkeit von irgend einem Druck, kann man al-

lemahl der dazu gehörigen Fallhöhe gleich setzen. Daher fällt in dieser Hinsicht alle Ungleichheit weg.

2) Das nur mit Mühe durch eine enge Oeffnung durchdringende Wasser, d. h. dasjenige, welches durch Hindernisse aufgehalten wird, nimmt sogleich eine Ausdehnung an, welche seiner Masse und Geschwindigkeit zugehört, und damit würde es jederzeit fortströmen, wenn es von aussen her nicht andere Hindernisse zu überwältigen hätte oder durch neues Gefälle beschleunigt würde. Allein wenn es durch einen regulären Canal fließt, so bleiben die Hindernisse einerley, und daher ist es genöthiget, sich wie anfänglich in seiner ganzen Ausdehnung zu erhalten. Daher würde das Wasser sich bey einer gleichen Breite, zu einer größern Höhe als diejenige erheben, welche es von Natur hat, wenn es keinen Widerstand zu überwinden hätte, um mit einem gleichförmigen Lauf nach und nach ganz anlangen zu können. Dieses könnte nicht geschehen, wenn die größere Höhe die Gewalt des Stromes nicht so verstärkt, daß er nach Ueberwältigung aller Hindernisse, mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortginge.

Diese Betrachtungen, vereint mit den vielen in der Folge angestellten Versuchen, geben einen hinlänglichen Beweis von dieser Wahrheit ab. Es ist eine in der Theorie und Praxis anerkannte Sache, daß die Ausflußmengen bey einem und demselben Strome gleich groß ausfallen, man mag den Querschnitt an einer durch nichts beengten und behinderten Stelle, oder ihn an einer solchen annehmen, wo das Wasser durch Herablassung des Schutzbrettes eines Regulators durch einen weit kleinern Raum durchströmen muß. Das Wasser aber, welches unter dem Schutzbrette fortlaufen muß, befindet sich in denselben Umständen, als das durch eine, in einem Gefäß gemachten Oeffnung ausströmende Wasser, wenn nur in beyden Fällen ein gleich freyer Ausfluß Statt findet. Allein das durch eine Oeffnung in einem Gefäße ausströmende Wasser leidet eine Zusammenziehung. Dieser aber wird auch dasjenige, welches unter dem Schutzbrette fortschießt, unterworfen seyn. Dieser Wasserstrahl gleichet demjenigen, welcher durch irgend einen nach Gefallen gewählten Querschnitt durchschießt. Also ist jeder durch einen freyen Querschnitt ausströmende Wasserstrahl den Gesetzen unterworfen, nach welchen derselbe am meisten zusammen gezogen wird, oder genauer zu reden: jedes fließende Wasser leidet eine der Contraction gleichgültige Verringerung in Absicht der Ausflußmenge.

Hieraus siehet man, wie sehr diejenigen irren, welche glauben, daß das Wasser in Flüssen und Canälen sich nach ganz andern Gesetzen bewegen, als nach welchen selbiges durch die, in Gefäßen gemachten Oeffnungen abfließt.

Von regulären Canälen.

§. 119.

Reguläre Canäle nennt man gemeiniglich diejenigen, deren Querschnitte gleich breit sind, und die ihre Basis in derselben Ebene liegen haben. Hier wollen wir der Kürze und Deutlichkeit wegen diejenigen so nennen, deren Querschnitte ausser dem obigen nach rechten Winkeln gebildet sind.

Bey diesen Canälen zeigen sich die Wirkungen der drey oben aufgestellten Principien sehr deutlich. Denn ihr Grundbette ist entweder sehr merklich gegen den Horizont geneigt, oder sie sind beynahe horizontal, welches häufig der Fall ist, oder sie haben keine beträchtliche Neigung gegen den Horizont, daher nennt man sie merklich horizontale Canäle. In allen aber hängt die fortschreitende Bewegung der Gewässer ohne Ausnahme, auf irgend eine Art von dem Gefälle ab. Denn ohne dieses könnte die Bewegung natürlicher Weise nicht fortschreitend, sondern das Wasser würde stillstehend seyn, indem es nach dieser Voraussetzung von allen Seiten zusammen gehalten wird. Daher ist es unmöglich, in der Natur, Flüsse oder Canäle mit fließenden Gewässern zu finden, deren Spiegel und Grundfläche von Anfang bis zu Ende völlig horizontal wären. Hingegen hängt bey denjenigen, welche nur wenig von der horizontalen Lage abweichen, ihre Bewegung, wie sie auch immer beschaffen seyn mag, nothwendiger Weise von ihrem, wenn gleich geringen Gefälle ab, und diese nennen wir mit Guglielmini und Grandi horizontale Flüsse, obgleich sie eigentlich nur beynahe horizontal sind.

In welchem Canale nun auch die Bewegung vor sich gehen mag, so geschiehet die Beschleunigung nach dem Verhältnisse, nach welchem sich das Wasser von dem Ursprunge entfernt und somit findet hier das erste der oben gedachten Principien seine Anwendung Eben so findet auch nothwendiger Weise der zweyte Grundsatz Statt, nach welchem die Querschnitte mit ihren mittlern Geschwindigkeiten im umgekehrten Verhältnisse stehen; indem durch jeden Querschnitt in gleichen Zeiten, gleich viel Wasser durchfließen muß. So findet auch das dritte Princip in Bezug vorhandener Hindernisse Statt. Denn wenn das Wasser eine Strecke Weges zurücklegt, so muß es nothwendiger Weise die Hindernisse des Bodens und der Seitenwände, so glatt und eben sie auch seyn mögen, überwinden, weil diese am Ende fest und unerschütterlich bleiben, indem sich das Wasser unaufhörlich an selbige reibt und streift, welches doch nicht ohne allen Widerstand geschehen kann.

Auch kann und pflegt man die fortschreitende Bewegung des Wassers in Flüssen noch in einer andern Rücksicht zu betrachten. Man siehet nehmlich das fließende Wasser als einen Körper an, der auf einer schiefen Ebene herabsinket, mit dem Unterschiede, der in Absicht des Herabsinkens zwischen einem flüssigen und festen Körper anzutreffen ist. Des festen Körpers Bewegung nimmt zu ohne daß sich dessen Volumen ändert; hingegen verringert sich die Masse des flüssigen Körpers durch die fortgesetzte Zunahme der Bewegung, und dieselbe häufet sich an und vergrößert sich, wenn sich die Masse langsamer bewegt, wodurch der zweyte Grundsatz von dem wechselseitigen Verhältnisse der Ausflußmengen und ihrer mittlern Geschwindigkeiten, bestätigt wird. Diese zweyte Art die Bewegung fließender Gewässer zu betrachten, ist diejenige, worauf sich eine leichte und sichere Methode gründet, die Geschwindigkeit des Wassers ohne alle Werkzeuge und Versuche zu bestimmen.

Von der Messung fließender Gewässer ohne Werkzeuge und Versuche.

§. 120.

Man kann wie Guglielmini und Grandi, leicht beweisen, daß alsdann wenn derselbe

Wasserkörper beständig durch einen regulären gegen den Horizont geneigten Canal (Fig. 31.) fließt, dessen Boden die gerade Linie AC vorstellt, deren Anfangspunct A in einer Horizontalfläche AL, welche den stets auf einer beständigen Höhe erhaltenen Wasserspiegel in einem Behälter bezeichnet, so liegt, daß da wo der Ursprung der Bewegung oder das Gefälle anfängt, die Oberfläche des fließenden Wassers das Segment einer Hyperboloide KED ist, dessen Neigungswinkel LAC durch die Horizontallinie AL und durch den Boden AC gebildet wird, welcher von dieser Hyperboloide nur eine der Assymptoten ist, indem die andere AG in dem Puncte A senkrecht auf AC steht.

Die Haupteigenschaft dieser Curve besteht darin, daß wenn irgend eine Absciffe $AB = x$, die dazu gehörige auf AC senkrecht stehende Ordinate $BE = y$, gesetzt wird, man alsdann für jeden Punct der Curve ein beständiges Product xyy erhält d. h. ein solches, welches einer gewissen gegebenen Größe gleich ist, und welche man die Potenz der Hyperbel nennt: so daß wenn selbige durch p bezeichnet wird, man alsdann überall $p = xyy$ hat. Daraus folgt $\sqrt{p} = y\sqrt{x}$. Dieses ist die Größe eines fließenden Wassers das in den Beharrungsstand gekommen ist, indem durch jeden Querschnitt in gleichen Zeiten gleich viel Wasser durchfließen muß, weil die Querschnitte mit ihren mittlern Geschwindigkeiten im umgekehrten Verhältnisse stehen. Sind nun die Querschnitte von gleicher Breite, so müssen sich die Höhen umgekehrt wie die mittlern Geschwindigkeiten verhalten, so daß wenn y die Druckhöhe und z diejenige Höhe bezeichnet, welche die dazu gehörige mittlere Geschwindigkeit zu bewirken vermag, alsdann $y\sqrt{z}$ das beständige Product in jedem Querschnitt vorstellt und es verhält sich $y\sqrt{x} : y\sqrt{z} = \sqrt{x} : \sqrt{z}$.

Wenn nun die geraden auf AC senkrechten Linien BE, CD (Fig. 31.) die Druckhöhen zweyer Querschnitte bezeichnen; so sind die auf die Horizontallinie AL herabgelassenen Perpendikel BM und CN die Höhen, von welchen das Wasser herabsinkt und die $\sqrt{BM}$ und $\sqrt{CN}$ verhalten sich wie die Geschwindigkeiten, also wird $BE\sqrt{BM} = CD\sqrt{CN}$ seyn; allein wegen der ähnlichen Dreyecke AMB und ANC verhält sich $AB : BM = AC : CN$, wie auch $\sqrt{AB} : \sqrt{BM} = \sqrt{AC} : \sqrt{CN}$ und daher $BE\sqrt{AB} : BE\sqrt{BM} = CD\sqrt{AC} : CD\sqrt{CN}$. Daher verhält sich die Quadratwurzel der Potenz der Hyperboloide d. i. $\sqrt{p}$ zur abfließenden Wassermenge $y\sqrt{x}$ wie $\sqrt{AB} : \sqrt{BM}$ oder $= \sqrt{AC} : \sqrt{CN}$ oder sie verhalten sich wie die Quadratwurzel der Secante zur Quadratwurzel der Tangente oder wie der Halbmesser zum Sinus des Neigungswinkels. Auch verhält sich die Menge des abfließenden Wassers wie die Potenz der gemeinen Hyperbel, bey welcher die auf einer Asymptote genommenen Abscissen die Geschwindigkeiten und die dazu gehörigen Ordinaten die Wasserhöhen der Querschnitte vorstellen.

Wenn man sich nun eine Parabel AHOP beschreibt, deren Axe AC und deren Scheitel in A ist und man alsdann BE und CD nach O und P verlängert, so verhalten sich BO und OP wie die Geschwindigkeiten und daher wie $\sqrt{BM} : \sqrt{CN}$ und auch wie $\sqrt{AB} : \sqrt{AC}$. Daher ist es einerley, ob man den Mittelpunct A der Hyperboloide KED sucht, wenn die Ordinaten BE und CD und BC die Differenz der Abscissen AB und AC gegeben sind, oder ob man den Scheitelpunct der Parabel oder den Ursprung des Gefälles A sucht, wo sich die Bewegung anfängt wenn das Verhältniß der Ordinaten und BC die Differenz ihrer Abscissen gegeben sind. Denn in beyden

Fällen erhält man $\frac{BC.\ CD^2}{BE^2 - ED^2}$ oder $\frac{BC.\ BM^2}{CN^2 - BM^2} = AB$.

Diese beschriebene Hyperboloide findet nicht nur in den Canälen mit geneigtem Boden, sondern auch in den horizontalen Canälen wo die Bewegung auf irgend eine Art zunehmend ist, Statt. Denn in beyden Canälen ist keine andere Verschiedenheit, ausser der, daß in dem Canal mit horizontalem Boden, AC die horizontale Lage von AL annimmt und diese vertritt die Stelle der Neigung gegen den Horizont. Die Wasserhöhen BE und CD fallen auf BM und CN, welche auf AC (Fig. 51.) senkrecht stehen. Daher steht bey Canälen mit horizontalem Boden die Quadratwurzel aus der Potenz der Hyperboloide und die Menge des abfließenden Wassers mit den Quadratwurzeln aus dem Halbmesser und der Tangente des Neigungswinkels, in gleichem Verhältnisse.

Nun bemerke man 1) daß die Krümmung der Hyperboloide da, wo die Entfernung (Fig. 53.) vom Mittelpuncte A am kleinsten ist, d. h. im Scheitelpuncte, am größten ist, und daß, je weiter sich die Curve von dem Mittelpuncte entfernt, sie sich der Asymtote immer mehr nähert und sich immer weniger krümmt, d. h. bey dem anwachsenden Wasser der Ströme nimmt die Bewegung des Wassers auf der Oberfläche zu, und diese erhöhet sich immer mehr, je weiter sie von der Mündung entfernt ist, wie solches einige berühmte Mathematiker beobachtet haben.

2) Auch läßt sich die größte Concavität des Bogens EID der Hyperb. bestimmen, welcher zwischen den beyden Höhen BE, CD liegt, deren Abstand BC von einander bekannt ist: denn man ziehe die ED, halbire den Abstand BC in F durch den Perpendikel FG, welcher die ED in G erreicht, und es wird $FG = \frac{BE + CD}{2}$ seyn. Allein die Ordinate IF in der Hyperb. ist $= \frac{AB \times BE^2}{AF}$. Daher ist FG - FI d. i. $IG = \frac{BE + CD}{2} - \sqrt{\left(\frac{AB \times AE^2}{AF}\right)}$.

3) Sind also die Ordinaten BF, CD und der dazwischen liegende Abstand BC gegeben, so weiß man aus geom. Gründen, daß der Flächeninhalt des hyperbolischen Trapeziums $EBCD = 2AC \times CD - 2AB \times BE$ ist. Wenn man daher die gerade Linie FI verlangt, welche dieses Trapezium halbirt; so findet man $FI = \frac{2AC \times CD - 2AB \times BE}{BC}$.

4) Da nun FP die Subtangente dieser Curve, der doppelten Entfernung AF gleich ist, so ist AH, wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke HPA, IPF, $= 1\frac{1}{2}$ FI und nimmt man AK = FI, so findet man HK wegen der Neigung des durch irgend einen gegebenen Punct I der Curve gehenden Linie HI gegen die Horizontallinie KI, welche durch denselben Punct I gezogen ist.

[So wohl diesen als auch die folgenden §. §. hätte man wegen ihrer Mangelhaftigkeit in den Voraussetzungen weglassen können, wenn nicht dadurch die Beschreibung der darauf folgenden Erfahrungen zum Theil unverständlich geworden wären.]

Nr.

Regel.

§. 121.

Will man nun erstens das in einem merklich gegen den Horizont geneigten regulären Canale fortgehende Wasser messen, so mögen AC und AL (Fig. 34.) die Lage des Bodens gegen den Horizont vorstellen.

Man wähle sich nun zwey von einander so weit entlegene Querschnitte, daß man die Differenz ihrer Höhen BE und CD, welche auf dem Boden AC senkrecht stehen, von einander deutlich unterscheiden kann, und suche alsdann vermittelst einer Wasserwage das Gefälle FC, d. h. die Differenz, um welche der Punct C in dem einen Querschnitte tiefer als B in dem andern liegt. Man messe nun auch die Distanz BC, und ordne hierauf folgende Proportion, wie sich die Differenz der Quadrate beyder Höhen BE und CD zum Quadrat der kleinern CD verhält; so verhält sich der Abstand BC zum vierten Gliede, welches BA ist, und A stelle den Ursprung des Grundbettes oder den Anfang des Gefälles vor. Weil man aber in der ausübenden Geometrie den horizontalen Abstand zu messen pflegt, und daher nicht die geneigte, sondern die horizontallaufende Linie BF=MN findet, so wird auch MA zum vierten Proportionalgliede gefunden, wodurch aber auf dieselbe Art die Stelle für den Punct A bestimmt wird. Ist dieser Punct A gefunden, so läßt sich auch das jedem der beyden Querschnitte, wie auch überhaupt das jedem Puncte in demselben Canale zugehörige Gefälle bestimmen, indem man schließt; wie sich die Entfernung BF zu dem Gefälle FC verhält, so verhält sich auch die Entfernung AM zu dem Gefälle MB und die Entfernung AN zu dem Gefälle NC, und so verhält sich jede andere Entfernung zu den damit zusammen gehörigen Gefälle; weil die Triangel AMB, ANC ꝛc. ꝛc. dem Triangel BFC ähnlich sind. Ist aber das Gefälle bekannt, so kann man die Geschwindigkeit finden. Multiplicirt man nun diese Geschwindigkeit in den Flächeninhalt des Querschnitts, so giebt das Product die gesuchte Abflußmenge des Wassers für eine Secunde, an.

Wenn man nun der Abhängigkeit des Bodens ungeachtet in zwey Querschnitten gleiche Druckhöhen findet, so wird dieses ein untriegliches Merkmahl seyn, daß die Bewegung wenigstens auf diese Strecke gleichförmig sey. Denn unter diesen Umständen heben die zu überwindenden Hindernisse beständig die Beschleunigung auf, welche durch die Abschüssigkeit des Bodens bewirkt wird. Daher geschieht die Messung hier so, wie wir selbige sogleich bey den horizontalen Canälen erklären werden. Aus der Methode selbst geht es hervor, daß in diesem Falle die Bewegung des Wassers, wie in den horizontalen Canälen geschiehet. Denn da BC = CD, so ist $BC^2 - CD^2 = 0$; daher wird AB, d. i. der Abstand des ersten Querschnittes vom Ursprunge des Flußbettes, $= \frac{BC \times CD^2}{0}$, d. i. $= \infty$ und der Wasserspiegel des Flusses läuft, wie bey den horizontalen Canälen, mit dem Boden parallel.

Ist nun zweytens der Boden des abzumessenden Canales horizontal, so sey er überdieß noch so beschaffen, daß sich das Wasser wegen eines erlangten Gefälles des Wasserspiegels oder wegen einer andern ähnlichen Ursache, mit beschleunigter Geschwindigkeit be-

wegt. Unter diesen Umständen fallen (Fig. 34.) die Druckhöhen BC und CD der Querschnitte auf BM und CN, und man findet den Abstand AB durch die Proportion, nach welcher sich die Differenz der Quadrate beyder Höhen, zum Quadrat der kleinern verhält, wie die gemessene Entfernung BC zur gesuchten AB. Wenn daher der Canal oberhalb des Punctes A gleichförmig fortgeht und man von hier die Druckhöhe mißt; so geschieht die Berechnung, wie bey den horizontalen Canälen. Allein wenn dieses nicht geschehen kann und man, ohne irgend ein anderes Datum zu haben, vermittelst der Abwägung die folgenden Strecke nicht bestimmen kann; so bleibt die Aufgabe in diesem Falle unbestimmt, und sie ist in der Praxis, auf deren Beförderung unser Augenmerk hauptsächlich gerichtet ist, von keinem weitern Nutzen.

Wählt man sich nichts desto weniger zwey Querschnitte, welche so weit von einander abstehen, daß man den Wasserspiegel ohne merklichen Irrthum, als eine schiefe Fläche betrachten kann; so kann dieses leicht geschehen, wenn man auf die im vorhergehenden §. angeführten Bemerkungen über die Krümmung der Hyperb. zurückgeht, nach welchen man vermittelst einfacher arithmetischer Operationen seinen Zweck erreichen kann. Nach diesem kann man die Differenz CF beyder Höhen BC und CD als das Gefälle des Wasserspiegels ansehen, und man kann hier im Uebrigen auf dieselbe Art, wie bey den Canälen mit geneigtem Boden verfahren, um das Gefälle, welches zu je zweyen Querschnitten gehört, zu finden.

Wenn nun drittens so wohl der Boden als der Spiegel des fließenden Wassers selbst bey einer großen Distanz zweyer Querschnitte von einander, kein merkliches Gefälle haben, so werden auch die Querschnitte beynahe völlig gleich, und der Canal wird diese Strecke hindurch merklich horizontal seyn, das Wasser wird sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit fortbewegen, und die mittlere Geschwindigkeit wird gefunden, wenn man $\frac{2}{3}$ der Druckhöhe des fließenden Wassers, vom Spiegel nach unten gerechnet, nimmt.

Man könnte zweifeln, ob die gleichförmige Geschwindigkeit diejenige sey, welche der Druckhöhe allein zugehört, oder ob sie größer oder kleiner als diese sey. Dieser Zweifel wird völlig gehoben, wenn man den Lauf des Wassers von einer beträchtlichen Entfernung, d. i., durch eine ansehnliche Strecke oberhalb und unterhalb der beyden Querschnitte aus, beobachtet. Denn jeder vorhergehende Stoß hört, wie wir anderweitig verschiedentlich bemerkt haben, sehr bald auf, und die gleichen Querschnitte versichern uns von der gleichförmigen Bewegung, und diese auf eine beträchtliche Strecke fortdauernde Gleichförmigkeit der Bewegung kann auf keine Weise mit der Beschleunigung der folgenden Theile oder mit der Verzögerung des von irgend einer Ursache weit unterhalb der Querschnitte herrührenden Anschwellens des Wassers bestehen. Will man sich noch mehr von der gedachten gleichförmigen Bewegung überzeugen, so kann solches vermittelst eines der oben beschriebenen Instrumente leicht geschehen.

Hat man nun die Wassermenge gefunden, so muß man auch auf die Hindernisse Rücksicht nehmen, welche, wie solches (§. 103.) bemerkt ist, bey größerer Höhe auch verhältnißmäßig größer ausfallen.

Beyspiel.

Man nehme erstens einen Canal mit einem geneigten Boden an. Die Distanz beyder Querschnitte von einander sey 90 Fuß, das Gefälle 4 Zoll, die Druckhöhe BE des obern Querschnittes 24 Zolle, des untern CD aber 21 Zolle, und die Breite des Canales 4 Fuß.

Nun ziehe man vom Quadrat der obern Höhe, d. i. von 576 das Quadrat der untern, d. i. 441 ab, und nehme die Proportion, wie sich der Rest 135 zum kleinen Quadrat 441 verhält, so verhält sich auch der Abstand von 90 Fuß zum vierten Proportionalgliede, d. i. zur Entfernung vom Ursprunge des Grundbettes bis an den obern Querschnitt, welche 294 beträgt. Hierauf schreibt man 90 zu 294 oder 135 zu 441 wie das bekannte Gefälle von 4^{II}. zu dem Gefälle, welches dem obern Querschnitte zugehört, und $13^{II}. 0^{III}. 9^{IV}$. und also bey dem andern Querschnitte $17^{II}. 0^{III}. 9^{IV}$. beträgt. Allein zu einem Gefälle von $13^{II}. 0^{III}. 9^{IV}$. gehört eine Geschwindigkeit von $8^{I}. 1^{II}$. in jeder Secunde. Multiplicirt man nun diese Zahl in den Flächeninhalt des obern Querschnittes von 8 Quadratfuß, so erhält man $64^{cI}. 8^{zI}. 0^{bI}$. Auf gleiche Art gehört zu dem Gefälle von $17^{II}. 0^{III}. 9^{IV}$. eine Geschwindigkeit von $9^{I}. 2^{II}. 10^{III}$. Multiplicirt man diese in den Flächeninhalt des untern Querschnittes von 7 Quadratfuß, so erhält man $64^{cI}. 8^{zI}. 10^{bI}$. für die Ausflußmenge in jeder Secunde mit Beyseitigung aller Hindernisse. Da man aber auf diese doch auch Rücksicht nehmen muß, so verhält sich 432 zu 265 wie $64^{cI}. 8^{zI}. 10^{bI}$., d. i. die gefundene Wassermenge zur wirklichen, welche in jeder Secunde $39^{cI}. 8^{zI}. 6^{bI}$. beträgt.

Zweytens habe nun der Canal einen horizontalen Boden, der Abstand beyder Querschnitte sey wie vorhin 90^{I}, die Höhe des obern 24^{I}, des untern 21^{I}, so wird auch hier der Abstand des obern Querschnittes von dem äquivalenten Ursprunge des Grundbettes 294^{I} ausmachen. Um aber das zugehörige Gefälle in der Voraussetzung zu erhalten, daß man für den besagten Abstand von 90 Fuß den Wasserspiegel als eine schiefe Ebene ansehen kann, nehme man 135, d. i. die Differenz der Quadrate beyder Höhen, zu 441 dem Quadrate der kleinern Höhe wie die Differenz der Höhen, d. i. 2 Zolle zu $9\frac{4}{5}$ Zollen als dem Gefälle des obern Querschnittes, und daher beträgt das untere $12\frac{4}{5}$ Zolle. Welchen man nun auch von diesen beyden Querschnitten in Rechnung bringen mag, so beträgt die Abflußmenge 56 Cubikfuß in jeder Secunde mit Beyseitsetzung aller Hindernisse. Da man aber auch auf diese Rücksicht nehmen muß, so verhält sich 432 zu 265, wie 56^{cI} zur wirklichen Abflußmenge, d. i. $34^{cI}. 4^{zI}. 2^{bI}$.

Bey diesen Canälen kann man die respectiven Gefälle beyder Querschnitte viel schneller finden. Denn für den obern darf man nur das kleinere Quadrat 441 durch 45 als die Summe beyder Höhen dividiren, und man erhält das Gefälle von $9\frac{4}{5}$ Zollen. Für den untern Querschnitt aber nur das größere Quadrat auch durch diese Summe von 45 dividiren, so erhält man das Gefälle von $12\frac{4}{5}$ Zollen, weil die Gefälle den Distanzen vom Ursprunge des Grundbettes proportional sind, und nach dieser Voraussetzung sind auch ihre Differenzen proportional.

Wenn nun drittens so wohl der Boden des Canals als der Spiegel des fließenden Wassers merklich horizontal sind, und die Druckhöhe 27 Zoll beträgt, so erhält man die

mittlere Geschwindigkeit $7^{I}. 8^{II}. 11^{III}.$, wenn man $\frac{1}{3}$ von der ganzen Höhe, d. i. von 27 Zollen = 9 Zoll unter dem Wasserspiegel nimmt. Multiplicirt man nun damit den Flächeninhalt des Querschnittes von 9 Quadratfuß, so erhält man $58^{c'}. 5^{c'}. 3^{b'}$. Nimmt man nun auf die Hindernisse Rücksicht, so findet man die wirkliche Wassermenge nur $55^{c'}. 10^{c'}. 2^{b'}$.

§. 122.

Es ist jetzt noch übrig, diese Methode mit Versuchen zu bestätigen. Zu mehrerer Deutlichkeit betrachte man den Grundriß und das Profil des im (§. 3.) des ersten Theiles beschriebenen Zuführungscanales nach der 36 und 37sten Figur. Zu beyden Seiten der Einmündung des Einleitungscanales, und an der linken Seitenwand des Zuführungscanals sind 2 senkrechte, in Fuß, Zolle und Linien abgetheilte Scalen angebracht. Die eine in A steht von dem Abfalle bey C dreyßig und die andere in B von der erstern sechzig Fuß weit ab. So bald nun der Abzugscanal bey E verschlossen wird, so fließt alles Wasser in den Zuführungscanal CD, und da es bey E von einer Höhe, die mehr als einen Fuß beträgt, herabfällt, so setzt es nach einigen strudelförmigen Bewegungen seinen Weg mit einer merklichen Beschleunigung nach D, obgleich der Boden horizontal, auch wohl um einige Linien in die Höhe steigt, fort. Sobald das Wasser über die Stelle bey D hinaus ist, so tritt es in seinen alten Graben und erhält ein beträchtliches Gefälle. Die gedachte Beschleunigung ist desto größer, je reichlicher der Wasserzufluß ist. Um sich dieser Sache gewiß zu machen, so wurden unter vielen andern am 22sten August des Jahres 1765 folgende Beobachtungen angestellt.

An AB der Seitenwand des Zuführungscanales wurde eine Horizontallinie gezogen. Hierauf maß man den Abstand des Wasserspiegels bis an die gedachte Linie von 4 zu 4 Toisen, und man fand, daß der Wasserspiegel nach der ersten Entfernung von 4 Toisen von dem Abfalle an gerechnet, 158 Linien unter der erwähnten Horizontallinie lag; nach den 4 folgenden 164 Linien, nach den 4 hierauf folgenden 172 Linien; endlich nach den 4 folgenden 176 Linien, worauf noch 2 Toisen übrig blieben, nach welchen der gedachte Abstand ungefähr 181 Linien machte. Daher betrugen die nach und nach erfolgten Erniedrigungen des Wasserspiegels 6, 14, 18, 23 Linien, und ihre Differenzen 8, 4, 5 Linien, welches ein sicheres Kennzeichen von der Beschleunigung des fließenden Wassers ist.

Wenn nun das Wasser in seinem natürlichen Laufe durch den regulären Theil CD des Zuführungscanals fortging, so wurden die Wasserhöhen an beyden Scalen in A und B genommen nnd aufgezeichnet. Hierauf wurde das Schutzbrett in F schleunig herabgelassen und der Einleitungscanal geöffnet. Durch diesen stürzte nun alles Wasser auf den Boden des Thurms, wo es durch eine viereckige Oeffnung von 8 Zollen floß, und sich in den benachbarten obern Behälter ergoß. Von diesem strömte es durch den cycloidalischen Canal in den untern Behälter. Wenn dieser beynahe ganz voll war, so wurde der cycloidalische Canal geschlossen, und das Wasser mußte in dem obern Behälter in die Höhe steigen, jedoch nur so weit, daß Raum genug übrig blieb, um das im Thurm und in dem plötzlich geschlossenen Einleitungscanal rückständige Wasser noch aufnehmen zu können. Hierauf ward das Schutzbrett in F in die Höhe gezogen, das Wasser nahm seinen gewöhnlichen Lauf an, und man beobachtete von neuem die Höhen an den beyden Sca-

len, um sich zu versichern, daß während der Dauer des Versuches in dem fließenden Wasser keine Veränderung vorgegangen sey, weil in solchem Falle der Versuch nicht in Anschlag gebracht wurde.

Da nun der körperliche Inhalt beyder Behälter bekannt ist, und man in beyden die Wasserhöhen, ausserdem aber auch die Höhe desjenigen Wassers messen kann, welches aus dem untern Behälter in die damit verbundenen Canäle trat, und da man ferner auch mit einem guten Secundenpendel die Zeit, während welcher der Ausfluß geschehen ist, bestimmen konnte; so ist hieraus offenbar, wie die wirkliche Ausflußmenge des Wassers in Cubikmaß ausgedruckt, gefunden wurde.

Nun ist noch zu bemerken, daß das Wasser, welches zuerst an das völlig herabgelassene Schutzbrett des Zuführungscanals stößt, zum Theil hinterwärts wieder zurückprallt, ohne sich mit einem Mahle unter dem rechten Winkel in den Einleitungscanal ergießen zu können. Indeß kann sich dieser Strudel nicht weiter als bis in die Nähe des Wasserfalles erstrecken, und da es hier von dem herabfallenden Wasser immer fortgestoßen wird, so wird es dadurch genöthiget, sich noch mehr zu erheben, und mit einer größern Höhe in den Einleitungscanal zu treten, und so gleicht sich so zu sagen, der beym ersten Zudrange des Wassers, entstandene Mangel aus, und dieser Ersatz fällt um so viel vortheilhafter aus, weil ein Theil des von dem Schutzbrette zurückprallenden Wassers, in der Nähe der Mündung des Einleitungscanales niederfällt. Auf diese Art aber läßt sich nicht derjenige Theil des Wassers ersetzen, welcher aus dem Boden des Zuführungscanals ruhig stehend, zurückbleibt. Denn es wird hier dadurch zurückgehalten, daß die Schwelle der Einmündung des Einleitungscanals 2 Zoll höher liegt als der Boden des Zuführungscanals. Allein auch dieser Mangel leidet eine Ergänzung, wenn man weiß, daß der zurückgehaltene Wasserkörper 82 Fuß lang, 2 Fuß breit und 2 Zoll hoch ist. Es entsteht nach diesen Abmessungen eine Wasserprisma von $27\frac{1}{3}$ Cubikfuß. Bey der Ausstellung dieser Versuche wollen wir uns nicht an die Zeitfolge binden, nach welcher sie gemacht sind, sondern wir wollen nur die Data aufzeichnen, jedoch dabey die Ordnung befolgen, welche in Absicht der Quantität Statt findet, um die daraus entstehenden Differenzen desto leichter übersehen zu können.

Erster Versuch.

Am 16ten October 1765 betrug die Höhe des fließenden Wassers an der ersten Scale 14 und an der andern 11 Zolle. Hierauf wurde das Schutzbrett F so weit herabgelassen, daß dessen unterer Rand nur 7 Zoll von dem Boden entfernt war. Das aufgehaltene Wasser hob sich an demselben in die Höhe, und stieg so weit, daß sich diese Höhe vom Boden bis an den Spiegel $24\frac{1}{2}$ Zolle belief, und daher war die Höhe des Druckwassers an dieser Stelle $17\frac{1}{2}$ Zoll. Hierauf wurde das Schutzbrett ganz herabgelassen, und beym Einleitungscanal in die Höhe gezogen, damit sich das Wasser in die Behälter ergießen konnte, und dieses geschahe in $3\frac{1}{2}$ Minuten, d. h. in 210 Secunden ergossen sich $1445^{c'}.\ 7^{z'}$.

Berechnete man nun die Wassermenge mit Hülfe des Regulators, so fand man für jede Secunde $11^{c'}.\ 11^{z'}.\ 2^{b'}.$, und berechnete man selbige nach der Regel der für beyde

Querschnitte, so fand man $11^{c'}. 5^{z'}. 6^{b'}$. Multiplicirt man nun diese mit der Zahl der Secunden, d. i. mit 210, so erhält man $2406^{c'}. 3^{z'}$., und nimmt man nun durch das Verhältniß von 18 : 11 auf die Hindernisse Rücksicht; so erhält man $1464^{c'}. 11^{z'}. 2^{b'}$. oder $1465^{c'}$. In den Wasserhältern fand man $1445^{c'}. 7^{z'}$., wozu man noch die im Zuführungscanal zurückgebliebenen $27^{c'}. 4^{z'}$. addiren muß, welches $1473^{c'}. 6^{z'}$. zur Summe giebt. Es entsteht demnach durch das angegebene Verfahren ein Fehler von $8\frac{1}{2}^{c'}$.

Zweyter Versuch.

Am 15ten October betrug die Höhe des fließenden Wassers an der ersten Scale $12\frac{1}{4}$ Zolle, und an der andern 10 Zolle. In einer Zeit von 4 Minuten waren $1404^{c'}. 6^{z'}$. Wasser in die Behälter geflossen.

Berechnet man nun die Wassermenge nach der Methode, nach welcher man sich 2 Querschnitte wählt, so findet man selbige $9^{c'}. 8^{z'}. 5^{b'}$. Multiplicirt man nun diese mit der Anzahl der Secunden, d. i. mit 240, so erhält man $2328^{c'}. 4^{z'}$., welche durch das Verhältniß von 18 : 11 reducirt $1422^{c'}. 10^{z'}$. oder $1423^{c'}$. geben. Allein die in den Behältern wirklich gefundene Wassermenge beträgt $1404^{c'}. 6^{z'}$., wozu man noch die zurückgebliebenen $27^{c'}. 4^{z'}$. hinzusetzen muß. Daher ist die Summe $1431^{c'}. 10^{z'}$. oder $1432^{c'}$. Also fehlt man vermittelst dieser Methode etwa um $9^{c'}$.

Dritter Versuch.

An demselben Tage war die Höhe des fließenden Wassers an der ersten Scale 12, und an der andern 10 Zolle. Das Schutzbrett F wurde so weit aufgezogen, daß die Höhe der Schutzöffnung vom untern Rande bis an den Boden gerechnet $5\frac{1}{2}$ Zolle betrug. Das aufgehaltene Wasser erhob sich 24 Zoll hoch vor demselben, und die Höhe des Druckwassers war also $18\frac{1}{2}$ Zoll. Hierauf wurde das Schutzbrett ganz herabgelassen und das Wasser stürzte sich durch den Einleitungscanal, in dessen Mitte die Druckhöhe $9^{z}. 9^{l}$. und die Höhe in der Pitotschen Röhre $2^{z}. 9^{l}$. betrug, in den Thurm. In einer Zeit von 4 Minuten ergossen sich $1386^{c'}, 6^{z'}$. Wasser in die Behälter.

Aus der Berechnung vermittelst des Regulators fand man die Wassermenge $9^{c'}. 5^{z'}. 8^{b'}$., vermittelst der Pitotschen Röhre $9^{c'}. 9^{z'}. 4^{b'}$. und vermittelst der Methode der beyden Querschnitte $9^{c'}. 6^{z'}. 5^{b'}$. Multiplicirt man nun diese mit 240^{z}., so erhält man 2288 Cubikfuß, welche durch das Verhältniß von 18 : 11 reducirt 1398 geben. In den Behältern fand man wirklich $1386^{c'}. 6^{z'}$., wozu die am Boden des Zuführungscanals zurückgebliebenen $27^{c'}. 4^{z'}$. addirt, $1413^{c'}. 10^{z'}$. oder $1414^{c'}$. geben, welches über 1398 einen Ueberschuß von beynahe 16 Cubikfuß ausmacht.

Vierter Versuch.

Am 3ten October fand man die Höhe an der ersten Scale $9^{z}. 6^{l}$. und an der andern 8^{z}. In einer Zeit von 7 Minuten waren $1470\frac{1}{2}^{c'}$. Wasser in die Behälter geflossen. Die Berechnung der Wassermenge vermittelst beyder Querschnitte gab $6^{c'}. 9^{z'}$.

2^{c}. $6^{b''}$. Multiplicirt man diese nun mit der Secundenzahl 420, so erhält man $2842^{c'}$. $3^{z'}$. $6^{b'}$., und diese nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, beträgt $1738^{c'}$. $5^{z'}$. $6^{b'}$. Setzt man nun den $1470\frac{1}{2}^{c'}$ noch die $27^{c'}$. $4^{z'}$., welche im Zuführungscanal zurückgeblieben sind, so erhält man $1497^{c'}$. $10^{z'}$. oder 1498, woran von der durch die Methode gefundene Wassermenge von $1738^{c'}$. noch 240 Cubikfuß fehlen.

Anm. Obgleich geringere Druckhöhen verhältnißmäßig einen größern Widerstand zu überwinden haben, so kann man doch den Ueberschuß der hier gefundenen Wassermenge über die wirkliche nicht den vielen Hindernissen und noch weniger der Mangelhaftigkeit des Verfahrens zuschreiben; wohl aber andern Schwierigkeiten, die sich in dem Augenblicke zeigten, wo man den cycloidalischen Canal verschließen wollte. Daher erfolgte auch in dem untern Behälter ein Ueberlaufen des Wassers. Auch wird sich am Ende dieser Versuche zeigen lassen, wie man das Verhältniß von 8 zu 11 bey kleinern Druckhöhen noch vermindern kann. Allein bis dahin wollen wir es noch unverändert beybehalten.

Fünfter und sechster Versuch.

An demselben Tage war die Höhe an der ersten Scale 9 und an der andern $7\frac{1}{2}$ Zolle. In einer Zeit von 6 Minuten und 45 Secunden ergossen sich $1379^{c'}$. $8^{z'}$. in die Behälter. Dieser Versuch wurde unter denselben Umständen wiederholt und in einer Zeit von 8 Minuten, waren $1780^{c'}$. abgeflossen. Da man nun die Pitotsche Röhre in der Gegend der zweyten Scale einsenkte; stieg das Wasser in derselben $2''$. $3'''$. in die Höhe. Mit Hülfe der Pitotschen Röhre erhielt man durch die Berechnung $6^{c'}$. $8^{z'}$. $8^{l'}$.; allein vermittelst der Querschnitte fand man $6^{c'}$. $2^{z'}$. $3^{b'}$. $6^{c''}$. Multiplicirt man nun diese Größe mit der Secundenzahl als der Dauer des ersten und zweyten Versuches d. i. mit 405 und mit 525, so erhält man für jenen Fall $2507^{c'}$. $4^{z'}$. und für diesen $3250^{c'}$. $3^{z'}$. Reducirt man beyde Zahlen nach dem Verhältnisse 18 : 11, so erhält man $1532^{c'}$ und $1986^{c'}$. Setzt man nun zu jeder der beyden Zahlen $27^{c'}$. $4^{z'}$. zu $1379^{c'}$. $8^{z'}$. und zu $1780^{c'}$. hinzu, so erhält man für den ersten Versuch $1407^{c'}$. welche von 1532 ungefähr um $125^{c'}$. verschieden ist, und für den andern 1807 eine Zahl die von 1986 um 179 abweicht.

Siebenter Versuch.

An demselben Tage betrug die Höhe an der ersten Scale $8''$. $7'''$. und an der andern $7''$. $1'''$. und in einer Zeit von 8 Minuten waren $1523^{c'}$. Wasser in die Behälter geflossen.

Die mit Hülfe der beyden Querschnitte berechnete Wassermenge gab $5'$. $8''$. $8'''$. und diese Zahl mit der Zeit d. i. $480''$. multiplicirt, giebt $2746^{c'}$. $8^{z'}$. zum Product, welches durch das Verhältniß von 18 und 11 reducirt $1678^{c'}$. $6^{z'}$. beträgt. Fügt man nun noch zu der wirklich gefundenen Wassermenge von 1523 die $27^{c'}$. $4^{z'}$. welche im Zuführungscanale zurückgeblieben, hinzu, so erhält man 1550 eine Zahl die von $1678^{c'}$. $6^{z'}$. um $128^{c'}$. $6^{z'}$. verschieden ist.

Achter Versuch.

An demselben Tage stand das Wasser an der ersten Scale $8^{\prime\prime}$. $6^{\prime\prime\prime}$. und an der andern $7^{\prime\prime}$. $3^{\prime\prime\prime}$. hoch und in einer Zeit von 7 Minuten flossen $1326^{c\prime}$. $3^{z\prime}$. Wasser in die Behälter, wozu die ganze Summe, wegen der $27^{c\prime}$. $4^{z\prime}$., im Ganzen $1353^{c\prime}$. $7^{z\prime}$. beträgt.

Die vermittelst der Querschnitte berechnete Wassermenge beträgt $5^{c\prime}$. $9^{z\prime}$. $5^{b\prime}$. welche mit der Zeit von 420 Secunden multiplicirt 24[illegible]$^{c\prime}$. $7^{z\prime}$. zum Product giebt. Dieses wird durch das Verhältniß von 18 : 11 auf $1484^{c\prime}$. $9^{z\prime}$. reducirt, welches die wirkliche Wassermenge von $1353^{c\prime}$. $7^{z\prime}$. ungefähr um $131^{c\prime}$. übertriffe.

Neunter und zehnter Versuch.

Am 17ten October war die Höhe an der ersten Scale $7^{\prime\prime}$. $9^{\prime\prime\prime}$. und an der andern $6^{\prime\prime}$. $6^{\prime\prime\prime}$. und in einer Zeit von 8 Minuten flossen $1328^{c\prime}$. Wasser in die Behälter hinein, wozu man noch die $27^{c\prime}$. $4^{z\prime}$. hinzusetzen muß und alsdann $1355^{c\prime}$. $4^{z\prime}$. erhält.

Da nun dieser Versuch 10 Minuten lang unter denselben Umständen wiederholt wurde, so fand man in den Behältern $1668^{c\prime}$. Zu dieser Zahl die $27^{c\prime}$. $4^{z\prime}$. hinzugesetzt, giebt $1695^{c\prime}$. $4^{z\prime}$.

Vermittelst der beyden Querschnitte giebt die Rechnung $4^{c\prime}$. $11^{z\prime}$. $7^{b\prime}$. $6^{c\prime\prime}$. in einer Zeitsecunde, vermittelst der Pitotschen Röhre $4^{c\prime}$. $11^{z\prime}$. Diese Wassermenge von $4^{c\prime}$. $11^{z\prime}$. $7^{b\prime}$. $6^{c\prime\prime}$. mit der Zeit d. i. zuerst mit 480 und dann mit 600 multiplicirt giebt für jenen Fall $2385^{c\prime}$. und für diesen $2981^{c\prime}$. $3^{z\prime}$. Beyde Zahlen durch das Verhältniß von 18 zu 11 reducirt geben $1457^{c\prime}$. $6^{z\prime}$. und $1821^{c\prime}$. $10^{z\prime}$. $6^{b\prime}$. oder $1822^{c\prime}$. Jenes Product übertrifft die wirkliche Wassermenge $1355^{c\prime}$. $4^{z\prime}$. um $102^{c\prime}$. und dieses die wirkliche $1695^{c\prime}$. um $127^{c\prime}$.

Eilfter Versuch.

Am 18ten October war die Höhe des fließenden Wassers an der ersten Scale $7^{\prime\prime}$. $7^{\prime\prime\prime}$. an der andern $6^{\prime\prime}$. $1^{\prime\prime\prime}$. und in einer Zeit von $10\frac{1}{2}$ Minuten flossen 1667 Cubf. Wasser in die Behälter hinein. Setzt man nun hierzu noch die $27^{c\prime}$. $4^{z\prime}$. hinzu, so erhält man $1694^{c\prime}$. $4^{z\prime}$.

Die vermittelst der beyden Querschnitte erhaltene Wassermenge beträgt $4^{c\prime}$. $7^{z\prime}$. $9^{b\prime}$. $10^{c\prime\prime}$. Multiplicirt man diese Zahl mit der Zeit d. i. mit 630 Secunden, so erhält man $2930^{c\prime}$. $6^{z\prime}$. und reducirt man diese Zahl nach dem Verhältnisse von 18 zu 11, so bleiben $1790^{c\prime}$. $10^{z\prime}$. $4^{b\prime}$. oder $1791^{c\prime}$. übrig, eine Wassermenge welche die wirkliche beynahe um $97^{c\prime}$. übertrifft.

Zwölfter Versuch.

Am 17ten October betrug die Höhe an der ersten Scale 6 Zoll an der andern 4 Zoll 10 Linien, und in einer Zeit von 16 Minuten fand man in den Behältern $1642^{c\prime}$. Wasser. Diese Versuche wurden unter denselben Umständen wiederholt und man fand

fand dieselbe Wassermenge von 1642^{cI}. wozu die 27^{cI}. 4^{sI}. hinzugesetzt, eine Summe von 1669^{cI}. 11^{sI}. herauskommt.

Die vermittelst der beyden Querschnitte gefundene Wassermenge betrug 3^{cI}. 3^{sI}. 6^{bI}. welche mit 960 multiplicirt 3155^{cI}. 4^{sI}. giebt, woraus man durch die gewöhnliche Reduction des Verhältnisses von 18 zu 11 hier 1926 erhält, eine Wassermenge welche die wirkliche 1669^{cI}. ungefähr um 258^{cI}. übertrifft.

§. 123.

Am 10ten October 1766 war die Höhe des fließenden Wassers an der ersten Scale 6^{II}, 9^{III}. an der andern 6^{II}. 2^{III}. Da hier die Pitotsche Röhre 3 Zoll tief eingesenkt wurde, bemerkte man in selbiger eine Erhöhung von 9 Zollen. Durch die vermittelst der beyden Querschnitte berechnete Wassermenge fand man 4^{cI}. 3^{sI}. 10^{bI}. 0^{cII}. 9^{sII}. und vermittelst der Röhre 4^{cI}. 3^{sI}. 11^{bI}. 8^{cII}. 6^{sII}.

Am 16ten d. M. war die Höhe an der ersten Scale 8^{II}. 3^{III}. und an der andern 7^{II}. 3^{III}. Als hier die Pitotsche Röhre 3 Zoll tief eingetaucht war, so bemerkte man in ihr eine Erhöhung von 1^{II}. 5^{III}. Die vermittelst der beyden Querschnitte berechnete Wassermenge fand man 5^{cI}. 7^{sI}. 11^{bI}. 2^{cII}. und die vermittelst der Röhre gefundene 5^{cI}. 11^{sI}.

Aus diesen und dem ersten, dritten, fünften und neunten der obigen Versuche siehet man, wie genau die vermittelst der Pitotschen Röhre, des Regulators und der Methode der beyden Querschnitte, gefundenen Wassermengen, mit einander übereinstimmen. Die kleinen Differenzen welche man daselbst bemerkt, muß man der Schwierigkeit zuschreiben, mit aller nöthigen Sorgfalt in einem schnell fließenden Wasser zu verfahren, auf dessen Oberfläche beständig Wellen spielen.

§. 124.

Hier wollen wir nun von den Verschiedenheiten Rechenschaft ablegen, welche wir zwischen der vermittelst der obigen Methode gefundenen und den wirklichen Wassermengen bemerkt haben; jedoch mit Hintenansetzung der gewöhnlichen Ursachen, der Unvollkommenheit und der in der Theorie nicht betrachteten Variabilität der Materie, der Schwierigkeit, Zeiten und Räume mit der höchsten Genauigkeit zu messen, der unvermeidlichen Weglassung sehr kleiner Zahlen, wodurch zuweilen ein unbedeutender Theil in der Ausflußmenge, während des Verlaufes einer Secunde doch beträchtlich wird, zumahl wenn durch die Multiplication mit einer großen Zahl der Fehler so oft wiederholt wird, so wie dieses bey den Versuchen von beträchtlicher Dauer der Fall ist. Jedoch vermögen alle diese und dergleichen Ursachen zusammen genommen, nur bey denjenigen Versuchen eine Verschiedenheit zu bewirken, die mit dem Wasser unter einer geringen Druckhöhe angestellt sind. Es muß also noch eine andere, wo nicht eine einzige so doch eine gewisse Hauptursache dieser Verschiedenheiten geben. Diese kann nur darin liegen, daß wir beständig das Verhältniß von 8 : 11 bey der Reduction angenommen haben; da doch dasselbe immer größer wird, je kleiner die Druckhöhe ist, wie wir solches (§. 103)

angemerkt haben. Wenn man nun bey der ersten der angestellten Versuche, wo die Abweichung $8\frac{1}{2}$ Cubf. beträgt, folgende Proportion zum Grunde legt, nach welchen sich 432 zu 265 verhält, wie die vermittelst der beschriebenen Methode gefundene Wassermenge von 2406 zur vierten Proportionalzahl, so ist diese 1476, welche nur um 3 Cubf. größer als die wirkliche Wassermenge ist. Eben so verhält es sich mit den beyden folgenden Versuchen, allein in den 9 übrigen sind die Abweichungen ausserordentlich groß, theils wegen der längern Dauer der Versuche, theils auch wegen der geringern Druckhöhen. Nun aber verhalten sich die Verminderungen (nach §. 62.) der Ausflußmengen, welche von den Hindernissen verursacht werden, wie die Oeffnungen oder wie die Querschnitte, und wenn diese von gleicher Breite sind, so steht der Wasserverlust mit den Druckhöhen in gleichem Verhältnisse. Daher kann man sich eine Tabelle verfertigen, vermittelst deren man die wirklichen Ausflußmengen oder den Wasserverlust, welcher den verschiedenen kleinern Druckhöhen zukommt, sehr nahe finden kann. In dieser Tabelle wollen wir die beyden Ausflußmengen, nehmlich die welche nach der Regel, und diejenige welche wirklich in den Behältern gefunden worden ist, zum Grunde legen und dann die Proportion so annehmen, daß sich jene zu dieser verhält, wie 18 zur vierten Proportionalzahl. Daher verhält sich

im	1sten	Versuche		$2406^{c'}$.	$3^{z''}$.	$0^{b'''}$.	: $1473^{c'}$.	$6^{z''}$.	= 18	:	$11\frac{54}{2406}$
—	2ten	—	—	2328.	4.		: 1432.		= 18	:	$11\frac{64}{2328}$
—	3ten	—	—	2288.			: 1414.		= 18	:	$11\frac{284}{2288}$
—	4ten	—	—	2842.	3.	6.	: —		= 18	:	
—	5ten	—	—	2507.	4.		: 1407.		= 18	:	$10\frac{1253}{2507}$
—	6ten	—	—	3250.	3.		: 1807.		= 18	:	$10\frac{24}{3250}$
—	7ten	—	—	2747.			: 1550.		= 18	:	$10\frac{430}{2747}$
—	8ten	—	—	2430.			: 1354.		= 18	:	$10\frac{72}{2430}$
—	9ten	—	—	2385.			: 1355.	4.	= 18	:	$10\frac{546}{2385}$
—	10ten	—	—	2981.			: 1695.		= 18	:	$10\frac{700}{2981}$
—	11ten	—	—	2930.	6.		: 1694.	4.	= 18	:	$10\frac{1193}{2931}$
—	12ten	—	—	3153.			: 1669.	4.	= 18	:	$9\frac{1671}{3153}$.

Obgleich man auf den jedem vierten Proportionalgliede beygefügten Bruch nicht sonderlich zu achten hat, so ist doch hiermit hinlänglich erwiesen, daß bey den Höhen, die über einen Fuß betragen, das Verhältniß von 18 zu 11 nicht mehr völlig richtig und daß das Verhältniß von 432 zu 265 genauer sey und noch mehr das Verhältniß von 324 zu 199. Vermindert man nun die Druckhöhen nach dem Verhältnisse von 18 zu 11, so fällt das Resultat größer aus, als es eigentlich seyn sollte und als es nach Maßgabe der Höhe seyn kann. Aus einer Höhe von 8 Zollen ergiebt sich sehr nahe 10, aus einer Höhe von 6 etwas mehr als $9\frac{1}{2}$. Daher kann man sich in der Ausübung ohne Gefahr einer bedeutenden Verschiedenheit folgender Tabelle zu den Druckhöhen, welche kleiner als 12 Zoll sind, bedienen; ungeachtet man für andere das Verhältniß von 432 zu 265 oder das noch nähere von 324 zu 199 gebrauchen kann.

Die durch Zolle ausgedruckte Höhe.	Die abnehmenden Verhältnisse.
12	von 18 : 11
11	— 18 : $10\frac{3}{4}$
10	— 18 : $10\frac{2}{4}$
9	— 18 : $10\frac{1}{4}$
8	— 18 : 10
7	— 18 : $9\frac{3}{4}$
6	— 18 : $9\frac{2}{4}$
5	— 18 : $9\frac{1}{4}$
4	— 18 : 9
3	— 18 : $8\frac{3}{4}$
2	— 18 : $8\frac{2}{4}$
1	— 18 : $8\frac{1}{4}$

Vermittelst dieser Tabelle kann man nun die Abflußmenge fließender Gewässer unter jeder andern Höhe finden, welche zwischen den hier bemerkten liegen. Wir wollen z. B. den vierten Versuch nehmen und hier die geschehene Abflußmenge bestimmen. An der ersten Scale war die Höhe $9\frac{1}{2}''$, womit nach der Tabelle die Zahl $10\frac{3}{8}$ zusammen gehören würde. Daher verhält sich 18 : $10\frac{3}{8}$ wie die vermittelst der Regel gefundene Wassermenge von $2842^{c'}$. zum vierten Proportionalgliede d. i. zu $1632^{c'}. 6^{s'}. 6^{c''}$. Zieht man nun hiervon die in den Behältern durch Messung gefundene Wassermenge d. i. $1497^{c'}. 10^{s'}$. ab, so bleibt für den Wasserverlust $134^{c'}. 8^{s'}$.

So hat das Wasser, welches unter dem Schutzbrette des Regulators fortzufließen genöthiget ist, einen größern Widerstand zu überwältigen als dasjenige, welches durch die in dünne Platten eingeschnittene, ausgeschliffene und polirte Oeffnungen ausströmt. In den (§. 99.) angeführten Versuchen fand man, daß der Wasserstrahl durch die 1 Fuß breite und 6 Zoll hohe Oeffnung d. i. durch eine Oeffnung von einem halben Quadratf. (im Querschnitte) $3^{r'}. 3^{q''}. 9^{r''}. 5^{q'''}$. betrug, obgleich die Durchschnittsfläche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 hier $3^{r'}. 8^{q''}$. ꝛc. ausmachen sollte. Daher war die Ausflußmenge nur nach dem Verhältnisse von 18 zu 9; $11^{c'}. 4^{s'}. 3^{b'}$. Und im ersten dieser Versuche fand man die Wassermenge vermittelst des Regulators $11^{c'}. 11^{s'}. 2^{b'}$., vermittelst der beyden Querschnitte aber $11^{c'}. 5^{s'}. 6^{b'}$. Daher verhält sich jene zu dieser wie 11 zu $10^{c'}. 6^{s'}. 9^{b'}$.

Daher ist es aus dem Angeführten klar, daß man bey der Bewegung fließender Körper durch reguläre Canäle auf alle drey Principien Rücksicht nehmen müsse, d. h. darauf, daß sich 1) die Geschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln der Höhen verhalten; daß 2) die Querschnitte ihren mittlern Geschwindigkeiten umgekehrt genommen, proportional sind, und 3) daß die Verminderung der Geschwindigkeiten nach dem Verhältniß des Flächeninhaltes der Oeffnungen in dünnen Platten, gegen den Querschnitt der größten Zusam-

menziehung der Wasserstrahlen geschehen müsse. Da nun dieses unter gleichen Umständen beständig zutrifft, wenn man mit quadrat- und kreisförmigen, einen Zoll weiten Oeffnungen anfängt, zu vielen andern größern kreis- und quadratförmigen, rechtwinkligen Oeffnungen, selbst bis zur ersten der obigen 12 Versuche fortgeht, wo die Oeffnung 336 Quadratz. betrug und überdieß die, unter gleichen Umständen von denselben Ursachen hervorgebrachten Wirkungen auch nach demselben Gesetze erfolgen müssen; so muß unter solchen Umständen die gedachte Verminderung der Geschwindigkeiten auch bey fließenden Gewässern Statt finden, welche diejenigen, welche bey unsern Versuchen vorgekommen sind, an Umfang und Größe weit übertreffen.

Ob sich gleich dieses bloß bey regulären Canälen, deren Querschnitte rechtwinklig sind, zu bestätigen scheint; so kann und muß dieses auch bey denjenigen Canälen zutreffen, deren Querschnitte nicht durch rechte Winkel gebildet werden. Denn die unregelmäßige und verschiedene Gestalt stört nicht das wechselseitige Verhältniß zwischen den Querschnitten und ihren zugehörigen mittlern Geschwindigkeiten, noch weniger die Wirkungen, die aus den beyden andern Principien hergeleitet werden und man muß bloß auf diese Gestalt der Oeffnung oder des Querschnittes Rucksicht nehmen, wenn man die Ausflußmenge eines fließenden Wassers sucht und selbige so ansieht als ginge es durch die Oeffnung eines Behälters, wo man von der Pitotschen Röhre oder dem Regulator, oder bisweilen auch vom Quadranten Gebrauch machen kann. Fur diese Fälle hat man die allgemeine Formel: $\int y dx \sqrt{(x+b)}$, wo y wie gewöhnlich die Ordinate der Oeffnung, x die unbestimmte Tiefe unter dem Wasserspiegel und b das Gefälle des Wasserspiegels an der Stelle des Querschnittes bis an den Ort wo die Bewegung anfängt, ausdruckt.

§. 125.

Ehe wir nun diesen Abschnitt endigen und von den irregulären Canälen handeln; so wollen wir zu den (in §. 103.) angeführten Bemerkungen über die verschiedenen Höhen, welche zu den verschiedenen Quantitäten fließender Gewässer gehören, noch einige andere hinzufügen. Weil in den gegen den Horizont sehr geneigten Canälen jeder Tropfen in jedem Querschnitte, wenn man nehmlich alle Hindernisse beyseitiget, von einer gleichen Höhe herabfällt; so muß ein jeder Tropfen auch dieselbe Geschwindigkeit haben. Daher verhalten sich in demselben Querschnitte die Druckhöhen wie die Ausflußmengen, und diesem Verhältnisse nähern sich die größern Gewässer desto mehr je mehr die Canäle gegen den Horizont geneigt sind und entfernen sich von demselben desto mehr, je kleiner und je weniger sie gegen den Horizont geneigt sind. Allein in völlig horizontalen Canälen kann (nach §. 119.) aus Mangel an Gefälle keine fortschreitende Bewegung entstehen. Da sich nun eine merkliche Bewegung erst mit einem merklichen Gefälle anfängt; so folgt, daß sich in diesem Falle die Druckhöhen merklich wie die Cubikwurzeln aus den Quadraten der Wassermengen verhalten.

Es sey daher die Druckhöhe eines Querschnittes $= x$, das zu diesem Querschnitte gehörige Gefälle $= x \pm a$, so verhält sich die Geschwindigkeit wie $\sqrt{(x \pm a)}$ und die absolute Wassermenge ohne Rücksicht auf alle Hindernisse, wie $x\sqrt{(x \pm a)} = q$. Hier-

aus erhält mun $x^3 \pm a x^2 = q^2$ und daraus findet man die Höhe x. Ist nun $a = o$, so ist der Canal horizontal und die Gl. wird $x^3 = q^2$ folglich $x = \sqrt[3]{q^2}$.

Wenn q die wirkliche Wassermenge vorstellt und man hieraus den wirklichen Werth von x sucht, so muß man alsdann noch p als den Parameter der Parabel einführen, welche die Scale der Geschwindigkeiten vorstellt. Bezeichnet nun noch $\frac{m}{n}$, das Verhältniß der absoluten Wassermengen zu den wirklichen, so erhält man die Formel $x^3 \pm a x^2 = \frac{m q^2}{n p}$.

Zu der in §. 103. aufgestellten Tabelle kann man noch folgende weit genauere hinzufügen, welche Versuche enthält die mehr ins Große gehen und mit mehr Sorgfalt angestellt sind.

Druckhöhe an der ersten Scale. Zolle, Linien.	Druckhöhe an der 2ten Scale. Zolle, Linien.	Wirkliche Ausflißmengen in Cubikmaß für jede Secunde ausgedruckt.
14. 0.	11.	7^{c1}. 0^{s1}. 2^{b1}.
12. 3.	10.	5. 11. $\frac{3}{20}$.
12.	10.	5. 10. 8.
9. 6.	8.	3. 10. 7.
9.	7. 6.	3. 5. 4.
8. 7.	7. 1.	3. 2. 9.
8. 6.	7. 3.	3. 2. 8.
7. 9.	6. 6.	2. 9. 10.
7. 7.	6. 1.	2. 8. 3.
6.	4. 10.	1. 8. 10.

Diese Tabellen dienen bloß zum Beweise, daß unter verschiedenen Druckhöhen die in demselben Querschnitte angenommen werden, verschiedene Wassermengen auslaufen.

Vierter Abschnitt.

Von der Messung fließender Gewässer durch irreguläre Canäle.

§. 126.

Man hält die Abmessungen der in regulären Canälen fließenden Gewässer, wo man keine andere Hindernisse weiter findet, als diejenigen, welche unvermeidlich sind und von dem Boden und den Seitenwänden herrühren, gemeiniglich für eine höchst schwierige Sache. Allein diese Schwierigkeiten vermehren sich bey irregulären Canälen, wo sich die Hindernisse vielfältig abändern auf eine unbeschreibliche Art. Daher kann man nicht hof-

sen eine Methode ausfindig zu machen, welche alle nur mögliche Fälle in sich begreift; indeß giebt es doch eine die auf die meisten Fälle anwendbar ist, und wodurch man sich im Ganzen der wahren Beschaffenheit der Sache nähert.

Daher wollen wir die Unregelmäßigkeiten einzeln nach einander durchgehen und in Hinsicht einer jeden die nöthigen Hülfsmittel ausfindig zu machen suchen, damit, wenn man deren mehr als eine antrifft, man dasjenige finden kann, was diesem besondern Falle angemessen und dazu nöthig ist. Die deshalb erforderlichen Beweise würden eine weitläuftige Abhandlung ausmachen; allein die dringenden Aufforderungen diese Versuche dem Drucke zu übergeben, gestatten mir die zu einer solchen Arbeit nöthige Zeit nicht. Daher wird dasjenige, was ich hierüber sagen werde, eine Bahn eröffnen, auf der man in diesen Untersuchungen sehr leicht weiter fortgehen kann.

Die erste Irregularität besteht in der krummen Richtung des Flusses. Kann oder will man diese nicht vermeiden, so ist solches auch nicht durchaus nöthig und es genüget alsdann, den Abstand zweyer Querschnitte des gekrümmten Laufes von dem fließenden Wasser selbst zu messen.

Die zweyte Irregularität besteht in der ungleichen Breite. Allein auch dieser Umstand kann an und für sich das Verfahren im Ganzen nicht ändern. Denn aus dem Flächeninhalte zweyer Querschnitte ergiebt sich hier das Verhältniß ihrer mittlern Geschwindigkeiten. Dasselbe erfolgt aber auch, wenn gleich beyde Querschnitte eine ganz verschiedene Gestalt hätten.

Die dritte Irregularität besteht in der Neigung des ganzen Bodens oder in dessen Neigung gegen die eine Seitenwand oder die Neigung eines Theiles desselben gegen beyde Seitenwände. Allein wenn man nach der Methode beyder Querschnitte verfährt; so ändert diese Irregularität das Verfahren gar nicht, und wenn man sich des Regulators oder der Pitotschen Röhre bedient, so darf man nur auf die verschiedenen Figuren Rücksicht nehmen.

Die vierte Irregularität besteht in der abwechselnden Neigung des Bodens zwischen zwey Querschnitten. Wenn man nun dieselbe nicht dadurch vermeiden kann, daß man den einen Querschnitt oder den andern, oder beyde an einer andern Stelle nimmt; so kann man sich in diesem Falle der den Mathematikern bekannten Regel des Varignon bedienen, nach welcher man die von diesem Winkel verursachte ab oder zunehmende Geschwindigkeit bestimmen kann. Alsdann ist es nöthig das Grundbette, den Spiegel des Flusses genau abzuwägen, um das Gefälle von derjenigen Strecke des Canals kennen zu lernen, welche zwischen beyden Querschnitten enthalten ist.

Die fünfte Irregularität rührt von dem Kiese, den Steinen, ferner von den Vertiefungen und Aushöhlungen in den weichern Theilen des Grundbettes und der Seitenwände her. Diese Irregularität läßt sich nur durch eine sorgfältige Untersuchung abändern, nach welcher der Hydrometer eine genaue Vergleichung anstellen muß, worauf er nachher seine Berechnungen gründen kann. Weiß man nun wie man einer jeden dieser Irregularitäten ins besondere abzuhelfen hat; so wird man auch bald Mittel ausfindig machen, nach welchen man verfahren muß, wenn deren mehrere zu gleicher Zeit vorkommen. Uebrigens sind es nur seltene Falle, daß ein Hydrometer die Wassermenge eines großen irregulären Flusses bestimmen soll, ohne vorher we-

nigstens einen beträchtlichen Theil derselben abgeändert zu haben. Gewöhnlich wird eine solche Genauigkeit nur bey den Canälen erfordert, die durch Kunst angelegt sind, in welchen wenigstens eine Strecke regulär ist oder doch aus Absicht regulär gemacht wird, um dadurch die Abmessung zu erleichtern und sich davon gewiß zu machen.

Wenn man nun auf eine gewisse Länge des Canales, zwey Querschnitte suchen will, so wähle man diejenigen, welche eine vortheilhafte Lage haben, messe den Abstand derselben, bestimme für die gedachte Länge das Gefälle des Spiegels und des Grundbettes, untersuche und prüfe überhaupt alle Umstände, welche auf die Erleichterung dieses Geschäftes einen Einfluß haben. Der Flächeninhalt dieser Querschnitte wird alsdann allemahl das Verhältniß ihrer, bloß durch den Widerstand modificirten, mittlern Geschwindigkeiten angeben. Ordnet man sich nun eine Proportion, nach welcher sich die Differenz der Quadrate beyder Querschnitte zum Quadrat des kleinern verhält, wie der Abstand beyder Querschnitte, zum vierten Proportionalgliede, so wird dieses den Abstand des größern Querschnittes von der Stelle, wo die Bewegung des Flusses anfängt, ausdrucken. Hat man alsdann vermittelst der Abwägung das Gefälle des Bodens zwischen beyden Querschnitten gefunden, so findet man bloß vermittelst der Regel de Tri das zu jedem der beyden Querschnitte zugehörige Gefälle wie in (§. 131.)

Wenn der Boden horizontal ist und daher die Druckhöhen durch die Perpendikel vorstellig gemacht werden und der Spiegel des abfließenden Wassers eine merkliche Ebene ist; so findet man das Gefälle nach einer Methode, welche derjenigen gleicht, welche bey dem Beyspiele (§. 121.) erwähnt worden ist; d. h. man dividire, das Product des Quadrates der Höhe des untern Querschnittes, in dessen Breite durch die Summe beyder Querschnitte, so ist der Quotient das Gefälle in Bezug auf den obern Querschnitt; und dividirt man ferner das Product des Quadrates der Höhe des obern Querschnittes in dessen Breite durch die Summe beyder Querschnitte, so ist der Quotient das Gefälle in Bezug auf den untern Querschnitt.

Es sey demnach A die Druckhöhe des obern Querschnittes, B seine Breite; a diese Höhe des untern Querschnitts, b seine Breite, so ist für den obern Querschnitt das Gefälle $= \frac{ba^2}{AB + ab}$ und für den untern Querschnitt, $= \frac{BA^2}{AB + ab}$.

Es liegt hier aber die Voraussetzung zum Grunde, daß die Oberfläche des fließenden Wassers als eine schiefe Ebene betrachtet wird. Diese Regel läßt sich unabhängig von (§. 121.) beweisen; denn bezeichnet a die Höhe des einen Querschnittes und b die Höhe des andern von gleicher Breite und Ausflußmenge, so verhalten sich auch hier die Geschwindigkeiten, umgekehrt, wie ihre mittlern Höhen und man kann deren Differenz a - b für den Unterschied der Abscissen annehmen, welche zu den beyden Ordinaten der Parabel gehören, durch welche das gegebene Verhältniß ausgedruckt wird. Daher nehme man zur Bestimmung des erstern Querschnittes folgende Proportion: $a^2 - b^2 : b^2 = a - b : \frac{ab^2 - b^3}{a^2 - b^2} = \frac{b^2}{a + b}$ und diese Größe wird das Gefälle bezeichnen. Auf eine ähnliche Art erhält man für den andern Querschnitt $a^2 - b^2 : a^2 = a - b : \frac{a^3 - a^2 b}{a^2 - b^2} = \frac{a^2}{a + b}$ und dieser Quotient bezeichnet das Gefälle unabhängig von dem Abstande beyder Querschnitte oder von dem Ursprunge des Grundbettes.

Findet man den ersten oder obern Querschnitt größer als den andern oder untern; so ist dieses ein sicheres Kennzeichen einer verzögerten Bewegung, und der Ueberschuß des einen über den andern wird das Verhältniß der Verzögerung der Geschwindigkeit des Wassers im ersten Querschnitte entdecken lassen, welche von der Erhebung des Bodens, von der zu großen Enge des Grundbettes oder von irgend einem andern Hinderniß, welches sich der freyen Bewegung des Wassers entgegen setzt, in der Gegend des untern Querschnittes, herrühren kann. Wenn man nun so wie vorhin verfährt, so findet man zwar nicht die Stelle wo die Bewegung ihren Anfang nimmt, wohl aber den Raum, auf welchen sich das Anschwellen erstrecket und denjenigen Theil des Gefälles, welcher dem untern Querschnitte fehlt um die Geschwindigkeit zu erreichen, welche im obern Querschnitte vorhanden ist. Daher kann diese Strecke, welche zwischen den beyden Querschnitten begriffen ist, als horizontal angesehen werden.

Wenn nun der Flächeninhalt beyder Querschnitte von gleicher Größe ist, so kann man auch gewiß seyn, daß ihre mittlern Geschwindigkeiten gleich sind. Daher kann man die Bewegung zwischen beyden Querschnitten für gleichförmig halten. Man vergleiche hiermit (§. 121.)

Wenn man endlich auf keine Art zwey Querschnitte, so wie es die Regel erfordert, messen kann, und es sich nur eine Höhe messen läßt, wozu man aber nicht das dazu gehörige Gefälle ausfindig machen kann; so muß man zu dem Gebrauch einiger Werkzeuge seine Zuflucht nehmen, worunter unfehlbar die Pitotsche Röhre sehr sicher und bequem ist, besonders in solchen Fällen, wo unsere gewöhnliche Mittel und Anstrengung nicht hinreichen; indessen muß man Sorge tragen, den steten schwingenden Bewegungen dieses Instrumentes, so viel wie möglich abzuhelfen. In Ermangelung eines andern Werkzeuges kann man sich auch des Quadranten, jedoch mit den Vorsichtigkeitsregeln bedienen, welche an ihrem Orte erklärt worden sind. Denn man kann durch dessen Gebrauch leicht Irrthümer begehen; zumahl wenn man ohne alle andere vorhergegangene zuverläßige Versuche, die wirklichen Geschwindigkeiten bestimmen soll.

Endlich ist es nöthig, daß wenn man nach irgend einer der oben erklärten Methoden verfährt, man die Wassermengen oder die mittlern Geschwindigkeiten oder auch die Querschnitte nach dem Verhältnisse der Hindernisse in Bezug der verschiedenen Höhen, d. h. bey sehr großen durch 324 : 199, bey denjenigen, welche über einen Fuß betragen durch 432 : 265 und bey denjenigen, welche kleiner als 1 Fuß sind, durch das Verhältniß von 18 zu einer Zahl die kleiner als 11 ist, und die man in der Tabelle im (§. 124.) aufgezeichnet findet, reducirt, um daraus die wirklichen Ausflußmengen zu finden.

[Da der letzte Abschnitt dieses Bandes die Bestimmung der Gewässer nach dem Turiner Maß bloß für die Landsleute des Verfassers enthält; so hat man selbige in der Uebersetzung weggelassen.]

Franciscus Dominicus Michelotti's,

Professor der Mathematik auf der Königl. Universität zu Turin.

Hydraulische Versuche.

Zweyter Band.

Hydraulischer Versuche

Zweyter Band.

Erste Abhandlung.

Werke, die um den Ort der Versuche im Jahre 1766 bis 1770 aufgeführt worden sind.

Obgleich die Größe und Beschaffenheit des Ortes und die Beschreibung der Werke, welche daselbst zur Bequemlichkeit der Operationen, und derer, welche selbige gemacht haben, aufgeführt sind, nicht von der Art sind, daß ohne sie, die Wahrheit der Thatsachen und die Genauigkeit der Versuche nicht bestehen sollten; so habe ich es doch für zweckmäßig gehalten, den Leser gleich anfangs von allem gehörig zu unterrichten, indem ich den Zeichnungen auf den dazu gehörigen Kupfertafeln, die nöthigen Erklärungen beygefügt, damit er sich von der Art, mit welcher wir fortgeschritten sind, einiger Maßen eine Vorstellung machen könne. Und obgleich ich dort den Leser auf die Werke aufmerksam gemacht habe, die zur Vollendung des dazu entworfenen Planes, anzufertigen übrig blieben: so halte ich mich deßhalb für berechtiget, dasjenige, was in der Folge und bis jetzt geschehen ist, hier anzugeben; zumahl, da man in der Ausführung selbst, einige, wiewohl geringe Veränderungen hat vornehmen müssen. Wenn daher jemand die Zeichnung mit der Gegend verglichen, und die gedachten, obgleich geringen Veränderungen bemerkt hätte, so könnte er wohl gegen die Wahrheit der andern hier aufgestellten Thatsachen einen Argwohn fassen, und daher sehe ich mich genöthigt, noch folgendes hinzuzusetzen.

§. 1.

In dem Jahre 1767 wurde die Umfassungsmauer nach der Mittagsseite aufgeführt und so weit innerhalb des Zuführungscanales gebracht, als man sie jetzt auf dem Grundrisse ausserhalb desselben gezeichnet findet. Es ist überflüssig, hier die Gründe anzuführen,

warum solches geschehen mußte. In diesem Jahre wurde die Mauer des Zuführungscanales nach 41 Fuß 6 Zoll weit fortgesetzt. Daher betrug die ganze Strecke, welche massiv gebauet war, 137 Fuß 6 Zoll, welche nachher noch 9 Fuß 5 Zoll fortging. Dieser Theil war von Holz, so, daß die ganze Länge in gerader Richtung ungefähr 147'. betrug.

§. 2.

Die Aufführung der Einfassungsmauer erfolgte im Jahre 1768. Sie geht nach der Zeichnung in einer geraden Richtung fort, allein in dem Ausbaue selbst mußte sie eine etwas einwärts gehende Biegung erhalten. In demselben Jahre wurden noch das Schauer und die Brücke fertig, welche so beschaffen ist, daß man sie in ihrer Mitte in die Höhe ziehen und herablassen kann, je nachdem das Wasser in dem Mühlengraben gestiegen oder gefallen war. Daher konnten die Versuche, welche auf derselben angestellt wurden, weit sicherer und zuverläßiger werden. Diese Brücke konnte in wenigen Minuten von zweyen damit beschäftigten Personen zusammen gesetzt und auseinander genommen werden.

§. 3.

Im Jahre 1769 wurde das Hauptthor gegen Mittag nach Toscan. Bauart vollendet. Es wurde oben mit einem Vorgiebel bedeckt, und mit einem Wagenschilde, mit einer Krone und dem königlichen Nahmenszuge verziert. Ausser den beyden Fallthüren, welche den Zugang zu den Abzugscanälen gegen Morgen und Abend eröffneten, und welche noch nicht angefangen waren, wurde auch ein anderes, aber einfacheres und kleineres Thor an der Morgenseite aufgebauet.

[Die hierauf folgende erste Abhandlung über den Druck und die Compressibilität des Wassers, enthält außer einem unsicheren Raisonnement keine brauchbare Thatsachen, daher solche ganz und die darauf folgende zweyte Abhandlung über die anfängliche Geschwindigkeit des aus Gefäßen fließenden Wassers größtentheils weg gelassen ist. Die Versuche, welche diese Abschnitte enthält, sind folgende.]

§. 8.

Aus der Beschreibung, welche wir im ersten Bande von dem Thurme gegeben haben, kann man ersehen, daß der Boden des obern Behälters 4 Fuß und 4 Zoll tief unter dem Mittelpuncte der Oeffnungen im untersten Geschosse, 14 Fuß 4 Zoll tief unter dem Mittelpunct der Oeffnungen im zweyten und 19 Fuß 4 Zolle unter dem Mittelpuncte der Oeffnungen des dritten Geschosses liegt. Ferner ist der Mittelpunct der Oeffnung des obern Geschosses 5 Fuß tiefer, als der innere Einschnitt des Thurmes, wo eine in Fuß, Zolle und Linien eingetheilte Scale in verticaler Richtung steht, um die Veränderungen der Wasserhöhen über dem gedachten Einschnitte während der Zeit der Versuche daran wahrnehmen zu können.

Erster Versuch.

Am 14ten September 1769 wurde in dem obern Geschosse die kreisförmige Oeffnung von 1 Zoll im Durchmesser in einer dünnen Platte angebracht. Man ließ den

Strahl eine lange Zeit hindurch ausströmen, und man erhielt während dessen die Höhe von 7'. 0''. 6'''. über dem Mittelpuncte der Oeffnung, unverändert. Hierauf maß man auf dem horizontalen Boden des Behälters die Strahlweite, d. h. den horizontalen Abstand mit Inbegriff der Oeffnung und desjenigen Punctes, auf welchen der Mittelpunct des Wasserstrahles fiel. Diese Entfernung betrug ungefähr 23 Fuß 2 Zolle, ich sage ungefähr, weil die zitternde Bewegung des Wasserstrahles in der Bestimmung dessen Weite, eine Verschiedenheit von einigen Zollen veranlassen kann.

Nun ist das Quadrat der Ordinate von 23'. 2''. = 535. 8., welches durch die Abscisse von 19'. 4''. dividirt, für den Parameter der Parabel eine Länge von 27'. 8''. 4'''. giebt. Diese Zahl muß die vierfache Höhe des über der Oeffnung stehenden Wassers von 7'. 0''. 6'''. ausdrucken, wovon das Vierfache 28'. 2''. beträgt, welches etwas größer als 27'. 8''. 4'''. ist.

Zweyter Versuch.

Dieselbe kreisförmige Oeffnung von einem Zolle im Durchmesser wurde hierauf in dem mittlern Geschosse angebracht. Die beständige Wasserhöhe über der Oeffnung betrug 12'. 1''. und die Strahlweite 26 Fuß. Das Quadrat von 26 ist 676, welches durch die Abscisse von 14'. 4'. dividirt, eine Länge von 47'. 2''. zum Parameter giebt. Das Vierfache der Höhe von 12'. 1''. aber ist 48'. 4''., wo sich also auch hier eine kleine Verschiedenheit zeigt.

Dritter Versuch.

Dieselbe Oeffnung wurde auch im untern Geschosse angebracht. Die beständige Wasserhöhe belief sich auf 22'. 1''. 6'''. und die Weite des Wasserstrahles auf 19'. 3''., wovon das Quadrat 370'. 7'' betrug. Diese Zahl giebt, durch die Abscisse von 4'. 4''. dividirt, für den Parameter eine Länge von 85 Fuß 8 Zolle, welche aber 88 Fuß 6 Zoll seyn sollte. Hier konnte wohl die schiefe Richtung und die Heftigkeit, mit welcher das Wasser herausstürzte, einigen Irrthum in der Abmessung des Strahles verursachen, weil, wenn man für diese Strahlweite 19 Fuß 6 Zolle rechnet, man alsdann für den Parameter 88 Fuß erhält.

Vierter Versuch.

Mit einer kleinen, einen Zoll langen Ansatzröhre von 2 Zollen im Durchmesser, fand man in dem obern Geschosse, unter der beständigen Wasserhöhe von 6'. 5''. 10''' die Weite des Strahles 22 Fuß 3 Zoll, wovon 495 das Quadrat ist, welches durch die Abscisse von 10 Fuß 4 Zollen dividirt, für den Parameter eine Länge von 25'. 6''. 7''. giebt, welche aber 5'. 11''. 4'''. seyn sollte.

Mit einer 2 Zoll langen Röhre von 2 Zollen im Durchmesser und unter der beständigen Wasserhöhe von 6'. 5''. 4'''. fand man die Strahlweite 20'. 2''. Hiervon ist das Quadrat 406. 8. 6., welches durch die Abscisse von 19'. 4''. dividirt, für den Parameter 21 Fuß giebt, der aber 25'. 9''. 4'''. seyn sollte.

Mit einer 3 Zoll langen Röhre von demselben Durchmesser und unter der beständigen Wasserhöhe von 6'. 8''. 3'''. betrug die Weite des Strahles 20 Fuß. Hiervon ist das Quadrat 400, welches durch 19'. 4''. dividirt, für den Parameter wie oben 20'. 8''. 3'''. giebt, welcher 26'. 9''. seyn sollte.

Endlich fand man mit einer 14 Zolle langen Röhre und unter der beständigen Höhe von 6'. 8''. 9'''. die Weite des Strahles 20 Fuß. Theilt man nun das Quadrat dieser Zahl d. i. 400 durch 19'. 4''.; so erhält man für den Parameter wie oben 20'. 8''. 3'''. der aber 26'. 11''. seyn sollte.

Aus diesen Versuchen ziehet man nun den Schluß, daß die Wasserstrahlen durch simple, in dünne Platten eingeschnittene Oeffnungen ihrer Weite nach, am größten sind, und daß, wenn sie sich nicht genau wie die Ordinaten der Parabel verhalten, man die Ursache davon, wie bey den verticalen Wasserstrahlen, mit Recht dem Widerstande der Luft zuschreiben kann.

Was nun die mit kleinen Ansatzröhren bewirkte Wasserstrahlen betrifft, so ist ihre Weite nicht so groß und zwar aus dem an einer andern Stelle angeführten Grunde, weil sich durch diese Röhren die Ausflußmenge vermehrt, wovon doch einigen Theilen die größte Geschwindigkeit mitgetheilt und die gemeinschaftliche verringert werden muß. Aus diesem Grunde findet man den durch wirkliche Messung erhaltenen Wasserstrahl etwas größer als denjenigen, welchen man durch Rechnung bekommt, wo man zum Divisor die Geschwindigkeit nimmt, welche dem ganzen Drucke zugehört.

[Weil bei den vier letzten Versuchen mit kurzen Ansatzröhren nicht angegeben ist, wie fern der Strahl den Röhrenwänden folgte, so können auch deshalb keine sichere Vergleichungen mit der Rechnung angestellt werden. Setzt man aber für die drey ersten Versuche, daß h die Druckhöhe, H die Höhe der Oeffnung über dem wagerechten Boden und w die Strahlweite bezeichnet, so erhält man unter der Voraussetzung, daß die Geschwindigkeit im Querschnitt des zusammen gezogenen Strahls eben so groß sey, als wenn ein Körper von der Höhe h frey herunter fällt (nach §. 164. meiner Hydraulik) $w = 2\sqrt{(hH)}$. Hiernach sind in nachstehender Tafel die Werthe für $2\sqrt{(hH)}$ berechnet, welche gut genug mit der Erfahrung überein stimmen.

No.	h	H	w	$2\sqrt{(hH)}$
1	7,0417	19,3333	23,1667	23,335
2	12,0833	14,3333	26,0000	26,320
3	22,1250	4,3333	19,5000	19,583
4	6,4861	19,3333	22,4167	22,396

Man hat auch noch den vierten Versuch aufgenommen, weil sich voraussetzen läßt, daß bey einer so kurzen Röhre von 1 Zoll Länge und 2 Zoll Weite das Wasser den Wänden nicht folgen kann, sondern wie bey einer dünnen Platte ausfließt.]

Dritte Abhandlung.

Prüfung ob bey der Bestimmung der Geschwindigkeit des aus den Gefäßen ausströmenden Wassers, das Verhältniß der Weite des Gefäßes und der Ausflußöffnung in Betrachtung komme.

§. 1.

Einem sehr verbindlichen Schreiben der Academie von Bologna vom 22sten März 1768 war noch ein besonderes Billet von dem berühmten H. D. Eustachio Zanotti folgenden Inhaltes beygefügt:

Wer sich mit dem Inhalte der Schriften des Hrn. Michellotti bekannt gemacht hat, muß wohl mit Recht die Genauigkeit der Versuche, wie auch die Einsicht und Geschicklichkeit womit er selbige angestellt hat, bewundern, da er alle Umstände, durch welche die Wirkungen eine Abänderung erleiden könnten, sorgfältig geprüft hat. Es bleibt mir daher nur der einzige Wunsch übrig, jene Dunkelheit und Ungewißheit aufgehellt zu sehen, welche aus dem Verhältnisse der Weite der Ausflußöffnung gegen die Weite des Gefäßes entsteht. Man nimmt darauf so wenig Rücksicht, als wenn beym Ausflusse des Wassers durch eine Oeffnung, alles einzig und allein von der Höhe der über der Oeffnung stehenden Wassersäule abhängt, und auf die Weite des Gefäßes gar nichts ankommt.

Viele berühmte Schriftsteller haben geglaubt, daß die Geschwindigkeit des Wassers bey dem Ausflusse durch die Oeffnung derjenigen Geschwindigkeit gleich sey, welche ein schwerer Körper dadurch erhält, daß er durch eine Tiefe von der höchsten Wasserfläche bis an die Oeffnung fällt, wofern die Oeffnung gegen die Weite der Wasserfläche als unendlich klein zu betrachten ist. Und es wird nicht ohne Grund seyn, daß in Betracht der Größe des zu den Versuchen gedienten Behälters, die Oberfläche der flüssigen Masse gegen den Flächeninhalt der Oeffnung so groß war, daß die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers nicht merklich von derjenigen verschieden war, welche es gehabt hätte, wenn der Behälter von unendlicher Größe gewesen wäre. Eine solche Untersuchung, welche über die verschiedenen Oeffnungen angestellt würde, die gegen die Weite der Gefäße verschiedene Verhältnisse haben, könnte uns vielleicht dazu führen, daß wir uns eine richtige Vorstellung von dem Laufe des Wassers durch Canäle machen und mit mehrerer Sicherheit die Scale der Geschwindigkeiten festsetzen könnten. Wenn man auf das durch einen Canal fließende Wasser, die Geschwindigkeit anwenden will, welche das durch eine Oeffnung laufende Wasser mit Rücksicht auf die Zusammenziehung des Wasserstrahls erhält; warum soll man nicht die Weite des Gefäßes gegen die Weite der Oeffnung in Anschlag bringen? Dieses Verhältniß stört vielleicht als ein Verhältniß der Gleichheit die Anwendung, welche man von dem durch Oeffnungen laufenden Strahlen, auf Flüsse machen will.

Aehnliche Vorstellungen wurden mir am 22sten Jun. 1767 von dem P. Boscovich und von verschiedenen andern in dieser Sache sehr erfahrenen Männern gemacht; obgleich so wohl in der Beschreibung als auch in den Zeichnungen alle Abmessungen unseres Behälters oder des Thurms, der gebrauchten Oeffnungen, die Art, wie die Versuche angestellt und berechnet worden, mit einer solchen Genauigkeit angegeben sind, daß dadurch jeder Zweifel in Absicht dieses Punctes gehoben werden kann. Da nun der Uebergang zu einer ähnlichen Untersuchung dem Leser sehr lästig und man auf der andern Seite die Sicherstellung dieses Punctes für sehr wichtig hält; so unternehme ich an diesem Orte die gedachte Prüfung mit dem innigsten Wunsche den gerechten Forderungen solcher achtungswürdigen Personen, wie auch des Publicums eine Genüge leisten zu können. Sollte mir aber dieses nicht gelingen, so will ich freymüthig einen Mangel gestehen, welcher auch in dem Falle, wenn er wirklich eintreten sollte, gar nicht die Genauigkeit und Richtigkeit der öffentlich bekannt gemachten Versuche ändert. Vielleicht aber ist ein anderer in dieser Sache alsdann glücklicher, als ich.

§. 2.

In dem zweyten Buche der zweyten Auflage von Newton's Principien findet man (Prop. 36.) erwiesen, daß wenn das Wasser in der beständigen Horizontalfläche ab (Fig. 38.) erhalten wird, indem anderes mit der gleichförmigen Geschwindigkeit hinzu gegossen wird, welche ein von der Höhe hc frey herabfallender Körper erhält, alsdann das Wasser mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit durch die im Boden gemachte Oeffnung ausfließt, nach dem gedachten Beweise $ab^4 - ef^4 : ab^4 = hg : ig$ folglich $ig = \frac{ab^4 . hg}{ab^4 - ef^4}$.

Eben diesen Satz beweiset auch, wiewohl aus andern Gründen Joh. Bernoulli. Er glaubt sich, der Einwendungen gegen Newton ungeachtet lediglich auf mechanische Principien stützen zu können. Denn indem er $ab^2 = h$, $ef^2 = m$, die Höhe $hg = a$ und $ig = z$ setzt; so erhält man für $z = \frac{hha}{hh - mm}$ welches das obige Resultat ist.

Eben dieser Ausdruck läßt sich aus den Theorien des Maclaurin, Daniel Bernoulli, d'Alembert und mehrerer andern herleiten.

Hieraus folgt, daß wenn der Flächeninhalt der Ausflußöffnung m gegen die Weite des Gefäßes h sehr klein ist, alsdann das Wasser durch die Oeffnung ef mit einer Geschwindigkeit, welche dem freyen Falle von hg zugehört ausfließen wird, welche $= ig$ wird. In dieser Voraussetzung wird $\frac{ahh}{hh - mm} = a$ und daher $ig = o$.

§. 3.

Mag mag nun die Wasserfläche ab entweder durch hinzukommendes Wasser, welches von einer gewissen Höhe herabfällt, wie es die gedachten Schriftsteller annehmen, in derselben Höhe erhalten oder vermittelst eines fortdauernden Zuflusses durch eine Seitenöffnung, wie es bey unsern Versuchen der Fall war, wo man nach Eröffnung der Ausflußöffnung so lange wartete bis die Wasserfläche ab völlig in Ruhe und stillstehend war; so nahm man nach erfolgter Eröffnung auf die Veränderungen der Höhen und auf die Zei-

Zeiten in welcher sie vorgingen, sorgfältig Rücksicht. Daher kann und muß man in unsern Versuchen ih = o und die Weite der Oeffnung gegen die Weite des Gefäßes = h setzen.

§. 4.

Die wirkliche unbegrenzte Oberfläche a b hängt nicht bloß von der Gestalt des Behälters ab, wenn die Oeffnung sich in der Seitenwand befindet, gegen welche der Spiegel als vonunendlicher Ausdehnung kann betrachtet werden. Gegen eine solche unendliche Ausdehnung scheint mir der horizontale gleichförmig fortdauernde Zufluß des Wassers in den Behälter gleichgeltend zu seyn. Wenn nun dieses Wasser auch mit einiger Heftigkeit zuströmte, so würde selbige doch durch den Stoß an die verticalen Seitenwände des Gefäßes als vernichtet anzusehen seyn.

§. 5.

Bey Gefäßen welche sich nach und nach durch Abfluß ausleeren, muß man wohl auf die Weite des Gefäßes und der Oeffnung Rücksicht nehmen. Denn es ist an und für sich klar, daß eine längere Zeit erfordert wird, wenn sich das Wasser in einem weiten Gefäße, als wenn es sich in einem engen Gefäße durch dieselbe Oeffnung ausleeren soll, vorausgesetzt, daß es in beyden anfänglich gleich hoch stand. Ferner erfolgt eben dieses bey einer gleichen Weite der Gefäße wenn die Oeffnung in jenem enger als in diesem ist. Endlich gehört zu jeder Höhe eine andere Geschwindigkeit, welche sich um so viel weniger ändern wird, je weiter das Gefäß gegen die Weite der Oeffnung ist.

Wäre die Weite des Gefäßes gegen die Weite der Oeffnung als unendlich anzusehen, alsdann würde der Grad der Geschwindigkeit unendlich, allein in jeder endlichen Zeit beständig seyn. Allein in unsern Versuchen wurde der Mangel der unbegrenzten Oberfläche durch einen steten gleichförmigen, in horizontaler Richtung hinzukommenden Zufluß ersetzt und zwar in solcher Menge, als durch die Oeffnung abfloß. Daher ward während der endlichen Zeit des Ausflusses immer derselbe Grad der Geschwindigkeit erhalten, und gehörte der Höhe der über der Oeffnung stehenden Wassersäule zu.

Eben dieses muß man von der Vermehrung der Geschwindigkeit des aus den Gefäßen ausfließenden Wassers sagen, in welche gleichförmig eine größere Wassermenge eingegossen werden kann, als durch die Oeffnung anfänglich ausfließt; denn bey gleichen Ausflußöffnungen erhebt sich das Wasser eher in einem engern als in einem weiten Gefäße, und sind die Gefäße gleich, so steigt das Wasser eher in die Höhe wo die kleinere Ausflußmündung ist. In allen Fällen aber wo man das Verhältniß der Zeiten sucht, während welcher die Gefäße ausgeleert oder angefüllt werden, muß man allemahl auf das Verhältniß der Weite des Gefäßes und der Oeffnung Rücksicht nehmen. Dieses aber ist nicht nöthig wenn man die Geschwindigkeit sucht, welche dem bloßen Drucke des Wassers zugehört. Denn eine größere Oeffnung giebt zwar eine größere Wassermenge, allein dadurch wird auch die Höhe des Wassers, folglich der Druck und also auch die Geschwindigkeit vermindert, keines Weges aber vermehrt.

§. 6.

Nun wollen wir noch die Voraussetzung erwägen, welche die oben gedachten Schriftsteller zum Grunde legen, daß nehmlich die Oberfläche des Wassers eine Geschwindigkeit habe, welche ein von der Höhe ih frey herabgefallener Körper erhalten hätte. Nun sage ich, die Wasserfläche setzt ihre erste Bewegung mit einer nach und nach erlangten Geschwindigkeit fort, oder wenn sie dahin gelangt ist, verliehrt sie diejenige, von welcher man voraussetzte, daß sie ihr zugehört. Allein bey einem stets voll erhaltenen Gefäße sinkt der Wasserspiegel ab nicht herab. Daher kann die vorige Geschwindigkeit nicht in Rechnung gebracht werden, und in der That dient sie auch zu nichts anderm als um die Wassermenge herbeyzuschaffen, welche nöthig ist die Wasserfläche in ihrer Lage zu erhalten, wo die sie bildende Theilchen nach ihrer Schwere eine Bewegung annehmen, durch welche sie herabsinken, die nur durch Nebenumstände abgeändert wird und von der ersten durchaus verschieden ist. — Dieses läßt sich auch noch auf eine andere Art deutlich machen. Wenn man in ein prismatisches oder cylindrisches Gefäß dieselbe Wassermenge gleichförmig eingießt, so ist offenbar, daß das Wasser, von welcher Höhe selbiges auch herabsinkt, in gleichen Zeiten sich auch gleich hoch erheben wird. Das stärkere oder schwächere Herabsinken stört nicht die gleichen Erhöhungen. Denn jede unregelmäßige, heftige Bewegung, wird durch den undurchdringlichen festen Boden des Gefäßes vernichtet. Daher erfolgen zwar in dem herabgefallenen Wasser einige kreisförmige Bewegungen und Strudel, durch welche sich aber dessen Druck so wenig als dessen Schwere vermehrt und jene Bewegungen werden von dem Boden und den Seitenwänden aufgehalten. Der Druck wird allein durch eine größere Höhe vermehrt. Wenn daher im Boden des Gefäßes eine Oeffnung gemacht ist, so hängt die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers einzig und allein vom Drucke oder von der Höhe der über der Oeffnung stehenden Wassersäule ab. Denn das hineinströmende Wasser fällt nicht senkrecht auf die Oeffnung; daher bewirkt die Höhe ih, von welcher das Wasser der Annahme gemäß herabfällt nichts anders, als daß sie demselben eine Geschwindigkeit mittheilt, nach welcher es in derjenigen Menge hinzufließen kann, welche nöthig ist, das Wasser in dem Gefäß in derselben Höhe zu erhalten, damit es mit gleicher Geschwindigkeit ausfließen könne.

§. 7.

Nun wollen wir noch einige Bemerkungen über das Theorem des Joh. Bernoulli, welches man in seiner Hydraulik (§. X.) findet und folgenden Inhaltes ist, hinzufügen: dico velocitatem effluentis (si illa nascatur ex quiete) convergere citissime ad eam, quae acquiritur a gravi libere cadente per altitudinem $= \frac{ahh}{hh - mm}$. Aus dem zweyten Corollario dieses Theorems schließt er, daß die Geschwindigkeit desto größer ausfällt, je größer m gegen h wird, so daß, wenn $m = h$, d. h., wenn die Oeffnung im Boden, der Weite des Gefäßes gleich ist, alsdann der Bruch unendlich, d. i. $\frac{ahh}{o}$ wird. Daher gehört die unendliche Geschwindigkeit der unendlichen Höhe $\frac{hh}{o}$ zu.

Es ist wohl sehr gegründet, daß indem m zunimmt, alsdann auch die zufließende

Wassermenge nach dem Verhältnisse, welches aus m, und die, der jedesmahligen Geschwindigkeit gehörige Höhe besteht, zunehmen muß. Allein der Erfolg wird ganz anders seyn, wenn die Zu- und Abflußmenge von gegebener gleicher Größe bleiben soll. Denn es ist offenbar, daß wenn die Ausflußmündung größer wird, alsdann die Wasserhöhe vermindert werden muß, wenn man dieselbe Quantität erhalten soll. Dieses erstreckt sich so weit, daß, wenn der Bruch $\frac{h^2}{h^2 - m^2}$ unendlich wird, wenn $h = m$ ist, alsdann die Höhe a unendlich klein seyn muß, damit $\frac{hh}{o} \times a$ eine endliche Größe bleibe und hierzu eine endliche Geschwindigkeit gehöre.

Zur größern Deutlichkeit des Gesagten setze man hier die gegebene Zuflußmenge, wie auch die Ausflußmenge $= q$, auch sey hier m der Querschnitt des am meisten zusammen gezogenen Wasserstrahls, so ist immer $m \sqrt{\frac{hha}{hh - mm}} = q$ und in dem Falle, daß $m = h$, muß auch $m \times \sqrt{\frac{h^2 a}{o}} = q$ oder $\frac{mh}{o} \sqrt{a} = q$ seyn. Dieses kann auf zweyerley Art geschehen, nehmlich: erstens wenn die Wasserfläche von unendlicher Ausdehnung und die Höhe a unendlich klein ist, und zweytens, wenn die Wasserfläche begränzt und durch die Wände des Gefäßes eingeschlossen ist, dabey aber die Geschwindigkeit $\frac{q}{m}$ vorhanden ist, wo alsdann eine endliche Höhe hinreichen wird, die gedachte Menge zu bewirken. Also wird in diesem Falle die Formel keine Gültigkeit haben, weil in dem Falle, wenn m geändert wird, nicht bloß die Höhe $\frac{hha}{hh - mm}$ eine Aenderung leidet, welche die gleichförmige Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers hervorbringt, sondern auch die ganze Höhe a der über der Ausflußöffnung stehenden Wassersäule.

Uebrigens bestätigt es sich im Ganzen, daß die Geschwindigkeit des gleichförmigen Ausflusses jederzeit zu einer Höhe $\frac{hha}{hh - mm}$ gehört, wo a unveränderlich ist. Dieses muß auch in dem Falle richtig seyn, wo die mit gleichförmiger Geschwindigkeit durch gleiche Oeffnungen M und m abfließende Wassermengen gleich sind und daher die Geschwindigkeiten mit M und m im umgekehrten Verhältnisse stehen, so, daß $M^2 \times \frac{hha}{hh - MM} = m^2 \times \frac{hha}{hh - mm}$ und $M^2 \times hh - mm = M^2 \times hh - MM$ und es verhält sich $M^2 : m^2 = hh - MM : hh - mm$, d. h. wenn M größer oder kleiner als m ist, so muß auch $hh - MM$ größer oder kleiner als $hh - mm$ seyn. Also siehet man aus der angenommenen und möglichen Voraussetzung augenscheinlich, daß das Gesetz, nach welchem die Geschwindigkeit von der Höhe $\frac{hha}{hh - mm}$ so abhängt, daß a beständig bleibt, unmöglich ist.

§. 8.

In dem 2ten Zusatz Nro. XII. findet man folgende Worte: hoc quippe in casu [d. h. wo *h* gegen m unendlich ist] Vas considerari potest tanquam semper ple-

num, quia ob vasis quasi infinitam amplitudinem, respectu habito ad tubi angustiam, requireretur utique tempus infinitum, antequam in illo descendat aqua sensibiliter. Darauf sage ich hingegen in vase semper pleno amplitudo vasis considerari potest tanquam infinita, quia ob permanentem vasis plenitudinem, requiritur utique tempus infinitum, antequam in illo descendat aqua sensibiliter. Wenn daher in beyden Fällen die Wirkungen gleich sind, so sind die Ursachen äquipollent.

In dieser Hinsicht kann ich noch hinzufügen, daß das Verhältniß der Wasserhöhe zum Durchmesser der Oeffnung einen größern Einfluß auf das auslaufende Wasser habe, als die Weite des Behälters. Denn so groß dieser auch seyn mag, so wird doch, wenn die Höhe zum Durchmesser der Oeffnung nicht ein bestimmtes Verhältniß hat, das ausströmende Wasser diese Oeffnug nicht ganz ausfüllen, sondern rings um in derselben einen leeren Raum lassen, welches beweiset, daß nicht die Weite des Behälters, wohl aber das Verhältniß der Wasserhöhe zum Durchmesser der Oeffnung sehr viel zur Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers beyträgt. Den Beweis und die hierüber angestellten Versuche findet man in (529. 530 und 531 §§) des ersten Bandes der hydraulischen Architectur von Belidor.

§. 9.

Wie nun aber auch die Theorie immer beschaffen seyn mag, so sehen wir diesen Punct doch durch die Erfahrung bestätigt, nur werfe ich hier noch die Frage auf, von wo aus man bey den Versuchen die Größe des Behälters rechnen müsse, wenn derselbe irregulär ist? Man wird sagen von der höchsten und beständigen Wasserfläche. Denn von hier fängt jeder Druck an, und davon hängt jede Veränderung des ausfließenden Wassers ab, welches auch von allen Schriftstellern angenommen wird. Also ist es wohl wahr, daß von der gedachten Oberfläche nach unten zu die übrige Gestalt oder Weite des Gefäßes nicht in Anschlag kommen kann.

Aus der in (§ 66 der 1 Band) gegebenen Beschreibung unserer Vorrichtungen gehet hervor, daß die gedachte Oberfläche mit Inbegriff des dem Einleitungscanale gehörigen Wasserspiegels, größer als $133\frac{1}{2}$ Quadratfuß, und daß der Flächeninhalt der zu dem im 1sten Bande angeführten Versuche gebrauchten Oeffnungen 9 Quadratzoll oder $\frac{1}{16}$ eines Quadratfußes betrage. Ferner betrug der Flächeninhalt der größten, der mit dem cycloidalischen Ansatze versehenen Oeffnung $14\frac{1}{3}$ Quadratzoll. Dafür wollen wir nur $\frac{1}{8}$ eines Quadratfußes annehmen. Dann ist das Verhältniß der gedachten Oberfläche zur größten in diesen Versuchen gebrauchten Oeffnung $133\frac{1}{2} : \frac{1}{8}$ oder in ganze Zahlen 1068 zu 1. Daher verhält sich nach der Formel des Bernoulli $h : m = 1068 : 1$ und $hh : mm = 1140624 : 1$; folglich die ganze Höhe ig zu hg wie $1140624 : 1140623$. Allein man kann, wenn man will, auch die Wasserfläche des Einleitungscanals, welche bey dem Aufziehen der großen Oeffnungen gegen den Thurm etwas geneigt ist, von diesen Berechnungen ausschließen, und bloß den von den Seitenwänden des Thurms an dem bekannten Einschnitte begrenzten Wasserspiegel, über welchen das Wasser stets beträchtlich erhaben ist, allein nehmen. Diese Wasserfläche allein genommen beträgt $13\frac{3}{8}$ Quadratfuß, und diese Zahl verhält sich zu $\frac{1}{8} = 968 : 9$ oder $= 107 : 1$, und also die ganze Höhe ig zu

hg, wie 11449 zu 11448. Hieraus siehet man nun deutlich ein, daß es, wenn man auch die genaue Theorie eines Newton oder Bernoulli zum Grunde legt, doch nicht möglich ist, sich durch Versuche über so kleine und unmerkliche Differenzen, Gewißheit zu verschaffen, daher die unsrigen wohl niemanden verdächtig seyn können.

Bey Erwägung dieses Umstandes fügte daher der Herr Eustachius Zanotti in seinem angeführten Schreiben mit vieler Behutsamkeit hinzu: „Es wird also vielleicht wahr seyn, „daß wenn die Größe des Wasserspiegels des bey den Versuchen gebrauchten Behälters „gegen den Flächeninhalt der Oeffnung so bedeutend ist, sich die Geschwindigkeit des „Wassers nicht merklich von derjenigen unterscheiden kann, welche dasselbe haben würden, „wofern der Behälter von unendlicher Größe angenommen wurde.“

§. 10.

Man wird nun sagen: Wenn man alle mit dem Behälter angestellte Versuche und die unter einander so verschiedenen Oeffnungen vergleicht, so wird man vielleicht eine merkliche Veränderung in dem Gesetze der den verschiedenen Höhen zugehörigen Geschwindigkeiten entdecken. Allein hierauf erwiedere ich, daß wenn man die Geschwindigkeiten aus einer beständigen Wasserhöhe bestimmt, man in dem gedachten Gesetze der Geschwindigkeit durchaus keine Veränderung antreffen wird. [Dies ist jedoch nur unter der Einschränkung zu verstehen, so lange der wagegerechte Querschnitt des prismatischen Wasserbehälters gegen den Flächeninhalt der Ausflußöffnung sehr groß ist.] Die Sache scheint mir aus dem bereits Gesagten zur Genüge hervor zu gehen. Allein zu einer größern Befriedigung will ich hier noch Versuche anführen, deren einige bereits öffentlich bekannt gemacht, andere hingegen von neuem zu diesem Ende angestellt sind. Da es nun gleichgültig ist, ob man die Größe des Behälters ändert und die Oeffnungen beybehält, oder ob man diese ändert und jene beybehält, so wollen wir, weil letzteres leichter ist, die Oeffnungen abändern. Hierher gehören nun folgende Erfahrungen.

Erster Versuch.

Nun nehme man zuerst den 17ten Versuch im ersten Bande, welcher mit einer quadratförmigen Oeffnung von 3 Zollen in der Seite, angestellt ist und deren Flächeninhalt nach (§. 68.) $9^{q\,II}$. $0^{r\,II}$. $2^{q\,III}$. $6^{r\,III}$. beträgt. Diese vergleiche man mit dem 118ten, welche mit einer kreisförmigen Oeffnung von 1 Zoll im Durchmesser und deren Flächeninhalt $0^{q\,II}$. $9^{r\,II}$. $5^{q\,III}$. $2^{r\,III}$. beträgt gemacht ist, so daß daselbst das Verhältniß der Oeffnungen dem Verhältnisse von 7785 zu 679 oder von 11. 5. 7 zu 1 gleich ist.

Beyde Versuche waren im mittlern Geschosse gemacht. Bey dem erstern betrug die Wasserhöhe 11^{I}. 9^{II}. 0^{III}. 6^{IV}., bey dem andern 11^{I}. 8^{II}. 10^{III}. 10^{IV}. d. h. sie waren beynahe gleich und doch waren die zugehörigen Geschwindigkeiten in einer Secunde 26^{I}. 6^{II}. 8^{III}. und 26^{I}. 6^{II}. 7^{III}. 3^{IV}. Die Ausflußmengen während einer Minute aber betrugen $61^{c\,I}$. $2^{s\,I}$. $6^{b\,I}$. $6^{c\,II}$. durch die größere und $5^{c\,I}$. $4^{s\,I}$. $9^{b\,I}$. $11^{c\,II}$. durch die kleinere Oeffnung.

Dividirt man diese Mengen durch die zugehörigen Oeffnungen d. h. durch die Zahlen, welche deren Flächeninhalt bezeichnen, so erhält man die wirklichen Geschwindigkeiten

d. i. $\frac{61.\ 2.\ 6\ 6}{11.\ 5\ 7}$ und $\frac{5.\ 4.\ 9.\ 11}{1}$, welche sich wie 61. 2. 6. 6 zu 61. 11. 3 verhalten, indeß diejenigen, welche von dem bloßen Drucke hergeleitet sind, sich wie 26. 6. 8 und 26. 6. 7. 3 verhalten. Dividirt man nun die Ausflußmengen durch einander, nehmlich die größere von 61^{cI}. 2^{sI}. 6^{bI}. 6^{cII}. durch die kleinere von 5^{cI}. 4^{sI}. 9^{bI}. 11^{cII}., so ist der Quotient 11. 3. 11. 7. Dividirt man aber die Zahlen nehmlich 7785 durch 679, welche das Verhältniß der Oeffnungen bezeichnen, so ergiebt sich 11. 5. 7 zum Quotienten. Daher verhalten sich die Ausflußmengen nahe wie die Zahlen welche den Flächeninhalt der Oeffnungen ausdrucken, und die beynahe gleichen Geschwindigkeiten, der großen Verschiedenheit der Oeffnungen ungeachtet, wie die Druckhöhen.

Zweyter Versuch.

Man nehme den 54sten, 55sten und 56sten Versuch, welcher in dem untersten Geschosse mit der quadratförmigen Oeffnung, die mit dem großen cycloidalischen Ansatze verbunden war, gemacht sind und wo die Wasserstrahlen [in ihren Querschnitten] 8^{qII}. 8^{rII}. 2^{qIII}. 6^{rIII}.; 8^{qII}. 8^{rII}. 4^{qIII}. 8^{rIII}. und 8^{qII}. 8^{rII}. 5^{qIII}. 6^{rIII}. gefunden worden sind. Die Mittelzahl macht 8^{qII}. 8^{rII}. 4^{qIII}. 2^{rIII}. Nimmt man nun ein, zwischen dem Flächeninhalte der auf gleiche Art angebrachten Oeffnungen und ihren zusammen gezogenen Wasserstrahlen, beständiges Verhältniß, nehmlich 432 zu 265 an; so findet man, daß der Wasserstrahl von 8^{qII}. 8^{rII}. 4^{qIII}. 2^{rIII}. zu einer simplen quadratförmigen Oeffnung von 14^{qII}. 2^{rII}. 1^{qIII}. gehört. Die Ausflußmenge in einer Minute aber beläuft sich auf 130^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 8^{cII}., die Wasserhöhe auf 21^{I}. 7^{II}. 7^{III}. 3^{IV}. und die dazu gehörige Geschwindigkeit ist 36^{I}. 0^{II}. 4^{III}. in einer Secunde. Nimmt man hingegen den 123sten, 124sten und 125sten Versuch, welche in demselben Geschosse vermittelst einer quadratförmigen Oeffnung in einer dünnen Platte, gemacht worden sind, so beträgt die Ausflußmenge nach der Mittelzahl 9^{cI}. 1^{sI}. 4^{bI}. 7^{cII}., die Wasserhöhe 21^{I}. 9^{II}. 8^{III}. 10^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 36^{I}. 2^{II}. 1^{III}. 3^{IV}. in einer Secunde gehört. Hier verhalten sich die, den Flächeninhalt der Oeffnungen bezeichnenden Zahlen, wie 14. 2. 1 zu 1. Dividirt man dadurch die zugehörigen Abflußmengen, so ergeben sich die wirklichen Geschwindigkeiten $\frac{130.\ 6.\ 5.\ 8}{14.\ 2.\ 1}$ und $\frac{9.\ 1.\ 4.\ 7}{1}$ oder wie 130. 5. 6. 8 zu 129. 2. 4. 0. 6 ꝛc. wo die erste etwas größer ist, als die andere, obgleich die erste der vom bloßen Druck herrührenden Geschwindigkeiten, nehmlich 36^{I}. 0^{II}. 4^{III}. etwas kleiner als die andere ist, d. i. 36^{I}. 2^{II}. 1^{III}. 3^{IV}.

Dritter Versuch.

Wenn man nun drittens die vorhin erwähnte Oeffnung von 14^{qII}. 2^{rII}. 1^{qIII}. nimmt, so ist die dadurch in einer Minute im untersten Geschosse ausgeflossene Wassermenge 130^{cI}. 6^{sI}. 5^{bI}. 8^{cII}. Nimmt man den 110ten Versuch, welcher im obern Geschosse mit der kreisförmigen Oeffnung in einer dünnen Platte angestellt worden ist; so ist die Ausflußmenge in 1 Minute 4^{cI}. 1^{sI}. 5^{bI}. 8^{cII}. Hier verhalten sich die Oeff-

nungen wie die Zahlen 14. 2. 1 zu 0. 9. 5. 2 oder in ganzen Zahlen wie 12246 zu 679 d. i. etwas mehr wie 18 zu 1. Daher verhalten sich die wirklichen Geschwindigkeiten, wie $\frac{130.\ 6.\ 5.\ 8}{14.\ 2.\ 1.}$ zu $\frac{4.\ 1.\ 5.\ 8}{1}$ oder wie 130. 6. 5. 8 $\times$ 0. 9. 5. 2 zu 4. 1. 5. 8 $\times$ 14. 2. 1 d. i. wie 102. 7. 0. 8 zu 58. 5. 2. 4. 9. Dividirt man nun jene Zahl durch diese, so ist der Quotient 1. 9. 0. 9 ꝛc. und dividirt man auf dieselbe Art die von dem simplen Drucke herrührende Geschwindigkeiten durch einander, so ist der Quotient 1. 9. 3. 3 ꝛc. etwas merkliches größer als 1. 9. 0. 9, ungeachtet die Oeffnungen in einem größeren Verhältnisse als 18 : 1 stehen.

Vierter Versuch.

Im Jahre 1768 wurde eine neue Platte mit einer kreisförmigen Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser, die man an den Thurmöffnungen anbrachte, verfertiget, und folgende Versuche in dem obern Geschosse damit angestellt:

Am 27sten Sept. war die Höhe des Wassers über dem Mittelpuncte der Oeffnung 6^{I}. 8^{II}. 1^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 0^{II}. 1^{III}. in einer Secunde zugehört, und daher flossen in einer Zeit von 10 Minuten 1456^{cI}. 9^{sI}. 6^{bI}. in die Behälter. Dieses giebt für jede Secunde 2^{cI}. 5^{sI}. 1^{bI}. 7^{cII}. 6^{sII}. Hieraus erhält man 17^{qII}. 5^{rII}. 8^{qIII}. für den Wasserstrahl, wenn man die erwähnte Ausflußmenge in 1 Secunde durch die Geschwindigkeit von 20^{I}. 0^{II}. 1^{III}. dividirt.

Dieser Versuch wurde unter einer Höhe von 6^{I}. 5^{II}. 4^{III}., welcher eine Geschwindigkeit von 19^{I}. 8^{II}. in jeder Secunde zugehört, wiederholt. In einer Zeit von 9 Minuten 30 Secunden strömten 1362^{cI}. in die Behälter, und also in jeder Secunde 2^{cI}. 4^{sI}. 8^{bI}. Hieraus erhält man für den Wasserstrahl 17^{qII}. 5^{rII}. 10^{qIII}., wenn man die gefundene Zahl durch die Geschwindigkeit von 19^{I}. 8^{II}. dividirt.

Dieser Versuch wurde nun zum dritten Mahle unter einer Wasserhöhe von 6^{I}. 5^{II}. 10^{III}., welche einer Geschwindigkeit von 19^{I}. 8^{II}. 8^{III}. 8^{IV}. zugehört, wiederholt. In einer Zeit von 9 Minuten 30 Secunden strömten 1375^{cI}. 10^{sI}., und in jeder Secunde 2^{cI}. 4^{sI}. 11^{bI}. in die Behälter. Dividirt man diese Zahl durch 19^{I}. 8^{II}. 8^{III}. 8^{IV}.; so erhält man für den Wasserstrahl 17^{qII}. 7^{rII}. 0^{qIII}.

§. 11.

So wohl in diesem als auch in vielen folgenden Versuchen strömte das Wasser aus dem Einleitungscanal mit einer großen Heftigkeit in den Thurm, so daß sich dadurch auf der Wasserfläche Schwingungen und sehr unregelmäßige Bewegungen bildeten. Wegen des herabfallenden und des von den Seitenwänden des Thurmes zurückprallenden Wassers, nahm man, um auch in diesem Falle den eigentlichen Druck des Wassers, welcher sich an der dazu eingerichteten Scale jetzt nicht bestimmen ließ, zu folgendem Hülfsmittel, welches man auch in ähnlichen Fällen benutzen kann, seine Zuflucht. Man befestigte in einer Ecke des Thurms eine 6 Fuß lange blecherne Röhre, von 3 Zollen im Durchmesser, so, daß das äußerste Ende von unten, so weit herab ging, daß sich die unregelmäßigen Be-

wegungen auf der Oberfläche nicht bis dahin verbreiten konnten. Und um selbige in der Röhre selbst noch zu vermindern, so ließ man an dem Boden derselben nur eine kleine Oeffnung etwa von einem halben Zolle, so, daß das hier eindringende Wasser nur eine verticale Richtung annehmen konnte. In diese Röhre steckte man einen wie gewöhnlich in Fuß, Zolle und Linien eingetheilten Maßstab, dessen unterstes Ende in ein Stück Korkholz eingelassen war, welches sich unter dem Wasser erhielt; das oberste Ende aber ging durch einen oben an der Röhre befindlichen Ring, wodurch der Maßstab in einer fast ganz senkrechten Richtung erhalten wurde. An diesem Maßstabe, welcher kaum der kleinsten Verticalbewegung ausgesetzt war, beobachtete man die Erniedrigungen und Erhöhungen des Wassers, welches anders schwerlich mit der erforderlichen Genauigkeit hätte geschehen können; und damit das einfließende Wasser von einer desto größern Höhe herabfiel: so wurde die Quantität desselben bisweilen so vermindert, daß das Wasser sich an einer niedrigern Stelle als gewöhnlich an dem innern Einschnitte des Thurmes, in den Beharrungsstand versetzte. Indeß bemerkte man so lange die Bewegungen des Stabes bis sie unmerklich geworden waren, welches geschahe, wenn das Wasser in den Beharrungszustand gekommen war. Während der Zeit des Versuches maß man mit einem besondern, von dem H. Architect Giulio sehr zweckmäßig eingerichteten Zirkel, mit aller nur möglichen Genauigkeit die Zusammenziehung des Wasserstrahles und fand dessen Durchmesser ungefähr 58^{III}., welchem die Rechnung $56\frac{1}{2}^{III}$. giebt, und der Abstand von der Oeffnung betrug ungefähr 50^{III}. Ich sage ungefähr, weil, wie ich es auch schon an einem andern Orte bemerkt habe, es höchst schwierig, ja beynahe unmöglich ist, solche Beobachtungen wegen der steten Erschütterungen und der kräuselnden Beschaffenheit des Wasserstrahles selbst, mit der größten Genauigkeit anzustellen. Diese Abmessungen haben auch die berühmten HH. C. Stratico, Professor der Mathematik auf der Universität zu Padua, Pistoi, D. der Universität zu Siena, Ign. Somis, Prof. der Universität zu Turin, am 10ten October d. J. 1768, an welchem Tage sie uns gefälligst bey unsern Versuchen unterstützten, nach ihren Beobachtungen wahrgenommen.

Fünfter Versuch.

Hierauf wurde die gedachte kreisförmige Oeffnung mit dem cycloidalischen Ansatze von der (im §. 90.) des ersten Bandes beschriebenen Gestalt versehen. Der innere Durchmesser betrug 84, der äussere 72 und die Länge desselben 52 Linien. Bey dem ersten am 27sten September angestellten Versuche war die Höhe über dem Mittelpuncte der Oeffnung 6^{I}. 8^{II}. 2^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 0^{II}. 2^{III}. gehört. In der Zeit von 6 Minuten 19 Secunden ergoß sich eine Wassermenge von 1333^{cI}. 5^{sI}. 6^{bI}. und also in jeder Secunde 3^{cI}. 6^{sI}. 2^{bI}. 8^{cII}. in die Behälter. Dividirt man diese Zahl durch die Geschwindigkeit von 20^{I}. 0^{II}. 2^{III}., so erhält man für den Querschnitt des Wasserstrahles 25^{qII}. 3^{rIII}. 9^{qIII}.

Dieser Versuch wurde am 18ten Sept. unter einer Höhe von 6^{I}. 8^{II}. 4^{III}. 3^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 20^{I}. 0^{II}. 6^{III}. 4^{IV}. gehört, wiederholt, und in einer Zeit von 7 Minuten ergossen sich 1497^{cI}. 4^{sI}. 4^{bI}. 8^{cII}. in die Behälter, folglich kommen

auf

auf jede Secunde $3^{c'}$. $6^{c''}$. $9^{b'}$. $4^{c''}$. $7^{c''}$. Daraus findet man für den Wasserstrahl $25^{q''}$. $7^{r''}$. $3^{q'''}$.

Dieser Versuch wurde noch an demselben Tage unter einer Wasserhöhe von $6'$. $8''$. $11'''$. 10^{IV}., wozu eine Geschwindigkeit von 20. 1. 5. 8 in einer Secunde gehört, wiederholt. In einer Zeit von 6 Min. 30 Sec. flossen $1419^{c'}$. $0^{c''}$. $9^{b'}$. in die Behälter, folglich in jeder Secunde $3^{c'}$. $7^{c''}$. $7^{b'}$. $11^{c''}$. Daraus ergiebt sich für den Wasserstrahl [der Querschnitt] von $26^{q''}$. $0^{r''}$. $5^{q'''}$. $6^{r'''}$.

Bey diesem Versuche wurde bemerkt, daß die vermittelst des Ansatzes bewirkte Vermehrung nicht derjenigen proportional war, welche man durch einen ähnlichen an einer kreisförmigen Oeffnung von 3 Zollen im Durchmesser angebrachten Ansatz erhielt, vermittelst dessen der Wasserstrahl im verflossenen Jahre eine Größe von $6^{q''}$. $11^{r''}$. [im Querschnitte] gab. Nach diesem Verhältnisse sollte derselbe in diesem Falle ungefähr $27^{q''}$. $8^{r''}$. betragen, da er sich in der That kaum auf 26 Quadratzoll belief. Dieser Ansatz war 4 Linien kürzer und man stellte folgende Versuche an.

Am 4ten October unter einer Höhe von $6'$., $7''$. $2'''$. 6^{IV}., zu welcher eine Geschwindigkeit von $19'$. $10''$. $9'''$. gehört. In einer Zeit von 6 Minuten und 30 Secunden ergossen sich $1384^{c'}$. $1^{c''}$. $2^{b'}$. $4^{c''}$. Wasser in die Behälter oder in jeder Secunde $3^{c'}$. $6^{c''}$. $7^{b'}$.; folglich fand man den Wasserstrahl $25^{q''}$. $8^{r''}$. $2^{q'''}$.

Dieser Versuch wurde noch an demselben Tage unter einer Wasserhöhe von $6'$. $8''$. $10'''$. wiederholt, womit eine Geschwindigkeit von $20'$. $1''$. $2'''$. gehört. In dem Zeitraum von 3 Minuten ergossen sich 655 Cubf. Wasser bloß in den obern Behälter, darnach kommt auf jede Secunde $3^{c'}$. $7^{c''}$. $8^{b'}$. und für den Querschnitt des Wasserstrahles findet man $26^{q''}$. $0^{r''}$. $10^{q'''}$.

Dieser Versuch wurde nun noch zum dritten Mahle unter derselben Höhe wie vorhin von $6'$. $8''$. $10'''$. wiederholt. Die Geschwindigkeit war demnach ebenfalls $20'$. $1''$. $2'''$. und es ergossen sich in einer Zeit von 3 Minuten $655^{c'}$. $3^{c''}$. Wasser in den obern Behälter, d. i. in jeder Secunde $3^{c'}$. $7^{c''}$. $8^{b'}$. Daraus erhält man für den Wasserstrahl $26^{q''}$. $1^{r''}$.

Dieser Versuch wurde am 17ten und 18ten October d. J. 1769 noch 3 Mahl wiederholt. Man fand den Querschnitt des Wasserstrahles $26^{q''}$. $2^{r''}$., dann $26^{q''}$. $1^{r''}$. $6^{q'''}$. und endlich $26^{q''}$. Und da dieser Versuch nachher noch 3 Mahl mit einer kreisförmigen 3 Zoll weiten, mit einem ähnlichen Ansatze versehenen Oeffnung im untersten Geschosse angestellt wurde, fand man für den Wasserstrahl $6^{q''}$. $11^{r'''}$. $6^{c'''}$., dann $6^{q''}$. $10^{r''}$. $10^{q'''}$. $4^{r^{IV}}$., und endlich $6^{q''}$. $10^{r''}$. $11^{q'''}$., welcher von demjenigen unmerklich verschieden ist, der im J. 1767 gefunden wurde.

Damit wir uns aber von dem anfänglichen Gegenstande ersterer Untersuchung nicht zu weit entfernen, so wollen wir hier noch zum Beschlusse untersuchen, woher dieses abweichende Verhältniß zwischen dem Flächeninhalte der Oeffnungen und dem Querschnitte der durch den Ansatz bewirkten Wasserstrahlen, veranlaßt worden ist.

Sechster Versuch.

Wir bemerken indeß, daß der Wasserstrahl und der Flächeninhalt der simplen kreisförmigen Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser 36 Mahl größer sind, als dieselben Grö-

ßen bey der einzölligen Oeffnung. Der Querschnitt des Wasserstrahles durch jene Oeffnung beträgt $17^{q''}. 6^{r''}. 2^{q'''}$. durch diese $0^{q''}. 5^{r''}. 10^{q'''}. 3^{r'''}$. Uebrigens verhält sich der wirkliche, vermittelst des Ansatzes in diesen Versuchen gefundene Wasserstrahl, zu dem Wasserstrahle durch die simple Oeffnung, wie 26. 1 zu 17. 6. 2 oder in ganzen Zahlen, wie 3656 zu 2379. Daher verhalten sich die Wasserstrahlen durch den Ansatz und die simple Oeffnung von einem Zolle im Durchmesser, wie 3658 × 36 zu 2379 × 1, d. h. wie 131616 zu 2379, oder sehr nahe wie $55\frac{1}{3} : 1$.

Nun wollen wir untersuchen, ob eine solche Ungleichheit der Oeffnungen oder der Wasserstrahlen, das Verhältniß der von dem simplen Druck herrührenden Geschwindigkeiten, wie es den Anschein hat, merklich ändern könne. Man nehme daher die in einer Minute, von einer jeden unter der dazu gehörigen Höhe gefundenen Ausflußmenge, so beträgt die Ausflußmenge durch die Ansatzröhre in einer Minute $218^{c'}. 8^{a'}$. unter der Höhe von $6'. 8''. 10'''$; durch die simple kreisförmige einzöllige Oeffnung aber $4^{c'}. 1^{a'}. 5^{b'}. 7^{c''}$. unter der Höhe von $11'. 8''. 11'''. 10^{iv}$. und $7^{c'}. 4^{a'}. 10^{b''}. 10^{c''}. 8^{a''}$. unter der Höhe von $22'. 0''. 2'''. 6^{iv}$.

Die wirkliche Geschwindigkeit durch die große Ansatzröhre ist $\frac{218. = 8.}{26^{q''}. 1^{r''}.}$ und durch die simple Oeffnung in den drey verschiedenen Geschossen : $\frac{4\ 1.\ 5.\ 7}{0^{q''}. 5^{r''}. 10^{q'''}. 3}$ i. $\frac{5.\ 4.\ 10}{0.\ 5.\ 10.\ 3}$; $\frac{7.\ 4.\ 10.\ 11}{0.\ 5.\ 10.\ 3}$. In Hinsicht dieser drey Fälle ist es gewiß genug, daß sich nehmlich ihre Geschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln des respectiven Druckes verhalten.

Nun muß man noch untersuchen, ob die Geschwindigkeit $\frac{218.\ 8}{26.\ 1}$ von einer dieser drey merklich verschieden ist. Daher wollen wir erstlich $\frac{4.\ 1.\ 5.\ 7}{0.\ 5.\ 10.\ 3}$ und $\frac{218.\ 8}{26.\ 1}$ mit $\sqrt{(6.\ 8.\ 10)}$ und $\sqrt{(6.\ 10.\ 7)}$ oder $\sqrt{970}$ mit $\sqrt{991}$ oder die nächsten ganzen Zahlen, d. h. 3114 mit 3148 vergleichen. Multipliciren wir nun die Zähler der Brüche wechselseitig durch ihre Nenner, um ihre Werthe in ganzen Zahlen zu bestimmen, so machen diese 8. 10. 2. 2. 6 und 8. 11. 6. 2. 7. 7. Wird nun 3114 durch 3148 und 8. 10. 2. 2. 6 durch 8. 11. 6. 2. 7. 7. dividirt, so findet man der Wurzelgrößen und der weitläuftigen Rechnung ungeachtet, daß die Quotienten beynahe gleich sind, nehmlich 1. 0. 1. 6 und 1. 0. 1. 9.

Auf dieselbe Art lassen sich die Geschwindigkeiten $\frac{218.\ 8}{26.\ 1}$ und $\frac{5.\ 4.\ 10.}{0.\ 5.\ 10\ 3}$ mit $\sqrt{(6.\ 8.\ 10)}$ und $\sqrt{(11.\ 8.\ 11.\ 10)}$ vergleichen. Die Werthe dieser Ausdrücke sind in ganzen Zahlen 1075 und 1421, und man findet alsdann die beynahe gleichen Quotienten: 1. 3. 11 und 1. 3. 10. 4.

So lassen sich auch $\frac{218.\ 8}{26.\ 1}$, und $\frac{7.\ 4.\ 10.\ 11}{0.\ 5.\ 10.\ 3}$ mit $\sqrt{(6.\ 8.\ 10)}$ und $\sqrt{(22.\ 0.\ 2.\ 6)}$ oder 1078 mit 1955 vergleichen, und die gefundenen Quotienten sind 1. 9. 10 und 1. 9. 9.

Man wird freylich sagen, daß diese Geschwindigkeiten gerade so und nicht anders herauskommen müssen, weil in diesen Versuchen die Weite des Gefäßes weit größer als

die Weite der Oeffnungen ist, ungeachtet letztere von einander sehr abweichen. Allein darauf erwiedere ich, daß diese Geschwindigkeiten und alle diejenigen, welche durch solche und auf eine ähnliche Art angestellte Versuche, allerdings gefunden werden, so und nicht anders gefunden werden. Denn in denselben wird der unveränderliche Wasserspiegel, wie auch die Weite und Gestalt des Gefäßes beschaffen seyn mag, gegen die Weite der Oeffnung ein solches Verhältniß haben, wie eine unendliche Größe gegen eine endliche. Daher hängt alsdann die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers lediglich allein, von der beständigen Wasserhöhe über der Ausflußöffnung ab.

§. 12.

In dem oben angeführten Schreiben des H. D. Zanotti *) trift der Einwurf bloß den Fall, in welchem das Gefäß keinen Boden hat, oder wo die Ausflußmündung mit der Weite des Gefäßes einerley ist. Dieser Einwurf hebt sich von selbst auf, weil in den Versuchen eine beständige Wasserhöhe angenommen wird. Denn in solchem Falle wird die unveränderliche Wasserfläche als unbegrenzt gegen die endliche Weite der Oeffnung anzusehen seyn, weil daselbst zur Ergänzung der gedachten wirklich unendlichen Wasserfläche ein beständiger und gleicher Zufluß des Wassers angenommen wird, so daß der Behälter seine erste Größe und Lage unverändert behält. Daher sage ich hier, was ich zu diesem Ende schon vorher bemerkt habe, daß ich mich hier in dem Falle, wo das Gefäß ohne Boden ist, und in jedem, von dem hier behandelten, verschiedenen Falle, ohne auf dasselbe wieder zurück zu kommen, lediglich auf den wesentlichen Unterschied beziehe, daß bey einem Gefäße ohne Boden der Druck während einer endlichen Zeit, nicht beständig von gleicher Größe bleiben kann und also auch nicht eine gleichförmige Geschwindigkeit, durch einen endlichen Raum. Umstände, welche in unserer vorliegenden Untersuchung beständig vorausgesetzt werden. Man wird demnach in ein Gefäß ohne Boden eine unendliche Wassermenge müssen einströmen lassen, um daselbst für eine endliche Zeit eine unveränderliche Höhe oder ein beständiger Druck zu erhalten, durch welchen eine gleichförmige Geschwindigkeit durch einen bestimmten Raum bewirkt wird.

Es ist daher eine untriegliche Wahrheit, daß, je mehr sich der Flächeninhalt der Ausflußmündung der bleibenden und beständigen Wasserfläche des Behälters nähert, desto mehr nähert man sich der Grenze, welche solche Versuche unzuläßig machen. Indeß bleiben diese Versuche doch möglich, wenn alles so angeordnet ist, daß die gleiche Zuflußmenge die Wasserfläche in dem Behälter in ihrer Größe und Lage unverändert erhält. In diesem Falle wird auch die Geschwindigkeit, welche lediglich allein von der Wasserhöhe über der Ausflußmündung abhängt, gleichförmig seyn.

In der Voraussetzung einer beständigen Zu- und Abflußmenge wird die größere oder geringere Weite der Ausflußmündung bewirken, daß sich das Wasser in einer gerin-

---

*) Eustach Zanotti, Prof. der Astronomie auf der Universität zu Bologna, hat sich durch manche schöne Entdeckungen in dieser Wissenschaft berühmt gemacht. In Bezug auf die von unserm Verfasser bearbeitete Materie findet man von ihm eine Abhandlung, und zwar in dem 4ten Bande der im Jahre 1766 zu Parma herausgegebenen nuova raccolta d'autori che trattano del moto dell' acque. Der Inhalt der gedachten Abhandlung bezieht sich vornehmlich auf die Anordnung der Flußbette bey ihrem Ausflusse ins Meer.

gern oder größern Höhe über derselben in dem Behälter erhält, daher muß nothwendig eine größere oder geringere Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers erfolgen, jedoch unabhängig von irgend einem Verhältnisse zwischen der Weite des Gefäßes und der Ausflußöffnung. In der That wird man so wohl in ein weites als in ein enges Gefäß immer so viel Wasser gleichförmig hinleiten müssen, als der Ausfluß beträgt, damit die Höhe und die Oberfläche des Wassers, wovon die gleichförmige Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers allein abhängt, unverändert erhalten werden.

Hiernach scheint es mir, daß die Anwendung der aus Gefäßen strahlenden, auf die durch Canäle strömenden Gewässer nicht gestört werde, wenn man sie durch das Verhältniß annehmen will, was zwischen der Oeffnung und dem zusammengezogenen Wasserstrahl Statt findet, oder wenn man die Ausflußmenge durch Canäle auf dieselbe Art, wie die Ausflußmenge bey dem aus Gefäßen fließenden Wasser bestimmen will, d. h., wenn man die größte Geschwindigkeit, womit wenigstens nicht alle Stellen einer und derselben Oeffnung oder eines und desselben Querschnittes zusammen gehören, auch schon nicht, wenn man die mittlere Geschwindigkeit, welche dem ganzen Querschnitt zugehöret, in Rechnung bringt, so wie wir dies durch verschiedene Versuche des ersten und noch deutlicher durch einige des zweyten Bandes erwiesen haben.

[Durch eine sehr einfache Betrachtung kann man sich von der Nothwendigkeit überzeugen, daß bey prismatischen Wasserbehältern, deren wagerechter Querschnitt $= A^2$ von dem Flächeninhalte der Ausflußöffnung $= a^2$ nur wenig verschieden ist, beyde Größen einen wesentlichen Einfluß auf die ausfließende Wassermenge haben müssen. Strömt das Wasser bey einerley Druckhöhe h mit der Geschwindigkeit v aus, so ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Wasserspiegel im Behälter senkt $= \frac{a^2 v}{A^2}$. Weil nun das Wasser im Behälter nicht still steht, sondern schon eine Geschwindigkeit $\frac{a^2 v}{A^2}$ besitzt, zu deren Hervorbringung eine Druckhöhe $\frac{1}{4g}\left(\frac{a^2 v}{A^2}\right)^2$ erfordert wird, so ist zur Bewirkung der Geschwindigkeit in der Ausflußöffnung nur noch eine Druckhöhe $h = \frac{v^2}{4g} - \frac{1}{4g}\left(\frac{a^2 v}{A^2}\right)^2$ erforderlich. Dies gibt $h = \frac{v^2}{4g} \cdot \frac{A^4 - a^4}{A^4}$ oder $v^2 = \frac{4g\, h\, A^4}{A^4 - a^4}$, welches genau die Bernoullische Formel ist, in welcher man aber den Factor $\frac{A^4 - a^4}{A^4} = 1$ setzen kann, wenn a^4 gegen A^4 sehr klein ist.]

§. 13.

Nun ist noch übrig die oben erwähnte Disproportion des Wasserstrahles zu untersuchen, welche in den vermittelst des cycloidalischen Ansatzes gemachten Versuchen, worin derselbe bey der kreisförmigen Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser, zum Vorschein kam. Denn bey den andern mit Hülfe eines ähnlichen Ansatzes, der an kleinern Oeffnungen, besonders an der kreisförmigen Oeffnung von 3 Zollen im Durchmesser angebracht wurde, gemachten Versuchen, wurde der Wasserstrahl [im Querschnitt] über 6ᵍ''. 11ʳ''. gefunden. Nach dem Verhältnisse der Größe und der Gleichheit müßte der Wasserstrahl durch den gedachten Ansatz [im Querschnitte] größer als 27ᵍ''. 8ʳ''. seyn, da er Statt dessen kaum die Größe von 26ᵍ''. 1ʳ''. erreichte.

Nachdem nun die Abmessungen, die Gestalt der Ansatzröhre und die übrigen Umstände mit aller Sorgfalt waren untersucht worden, so schien dieser einzige die Ursache einer so beträchtlichen Verminderung des Wassers zu seyn. Die innere Mündung der andern ähnlichen, aber beträchtlich kleinern Ansatzröhren konnte man so ansehen, als wenn sie das Wasser unmittelbar aus dem Behälter empfingen, indem das Verhältniß der Oeffnungen und ihrer respectiven Mündung von gleicher Größe bleibt. Solches Verhältniß fand aber bey dieser nicht Statt. Denn wegen ihrer Größe mußte sich die in dem festen Gestein ausgehöhlte Oeffnung plötzlich anfüllen. Hier hatte also das Wasser bey dem Eintreten in die Höhlung den ersten, und bey der Fortbewegung, durch deren Länge einen zweyten Widerstand von der Kraft zu leiden, womit sich dasselbe an die inneren nicht sorgfältig genug polirten Wände hängt. Hierauf wurde dasselbe noch durch den Anstoß an den innern Rand und an die vermischlinigen Ecken der nach innen gehenden Mündung der Ansatzröhre aufgehalten, gehemmt und zurückgedrängt, dadurch wurde auch dasjenige Wasser verzögert, welches in gerader Richtung in die innere Mündung der Ansatzröhre eindrang. Und da nun hier das Wasser mit einer merklich geschwächten Geschwindigkeit eintrat, so mußte es mit ebenderselben auch durch die äußere Mündung ausfließen. Es würde sich also dieser Umstand unfehlbar nicht ereignet haben, wenn man die innere Mündung der Röhre so hätte anbringen können, daß sie das Wasser unmittelbar aus dem Behälter hätte erhalten können.

§. 14.

Allein hier scheint die vorige Frage wegen des Verhältnisses der Weite des Behälters gegen die Weite der Ausflußöffnung zur Bestimmung der Geschwindigkeiten von neuem zum Vorschein zu kommen und mehr Gewicht zu erhalten, indem man hier eine merkliche Verschiedenheit des Wasserstrahles durch zwey ähnliche und auf eine ähnliche Art angebrachte Ansätze, deren einer vier Mahl größer als der andere ist, entdeckt. Um sich über die wahre Beschaffenheit der Sache zu belehren, so erwäge man, daß sich aus diesem Versuche schließen läßt, daß bey einem gleichen Drucke, die Geschwindigkeit durch die vierfache Oeffnung größer sey als durch die einfache, so wie es auch der Ausdruck $V = \sqrt{\frac{hha}{hh - mm}}$ mit sich bringt.

Dieser Gegenstand ist für den Fall wo h die Weite des Behälters oder des Thurmes bezeichnet weitläuftig untersucht worden, und man kann nur noch hinzufügen, daß wenn man die wirklichen Ausflußmengen, durch die mit dem simplen Druck zusammen gehörigen Geschwindigkeiten dividirt, man die Wasserstrahlen etwas kleiner findet, als diejegen, die sich durch wirkliche Messung ergeben, daher sind dergleichen Geschwindigkeiten etwas kleiner, als die wirklichen.

Wenn also die mittleren Ausflußmengen durch die größern Geschwindigkeiten als die mit dem simplen Druck zusammen gehörigen, dividirt werden; so wie diejenigen, welche sich auf den Ausdruck $V = \sqrt{\frac{hha}{hh - mm}}$ beziehen; so würden die Wasserstrahlen weit kleiner ausfallen und alsdann werden sie sich noch mehr von den wirklichen entfernen und noch weit mehr, wenn die Oeffnungen mit Röhren oder Ansätzen, so wie in diesem Falle

versehen sind. Denn in dergleichen Fällen läßt sich keine merkliche Zusammenziehung der Wasserstrahlen entdecken.

§. 15.

Nun wollen wir noch den Fall untersuchen, wo h die Weite der quer durch die Mauer gehenden Oeffnung des Behälters vorstellt, welche die Gestalt eines rechtwinkligen horizontalliegenden Parallelepipedums hat, dessen Breite und Höhe 8 und dessen Länge 27 Zoll beträgt. Wenn man daher diesen Raum als einen Behälter betrachten will, in welchen jederzeit eine gleiche Wassermenge eindringt, welche den Behälter voll erhält und an dessen Boden Oeffnungen von verschiedener Größe angebracht werden, so nenne man diesen Raum h und die Wasserhöhe a bleibe bey den verschiedenen Oeffnungen immer unverändert, nehmlich $6'$. $8''$. über ihren Mittelpuncten. Betrachtet man nun anfänglich die Höhlung h ihrer ganzen Länge nach, als völlig leer und unausgefüllt, so verhält es sich mit ihr wie mit einem horizontalen Behälter ohne Boden oder vielmehr wie mit einer viereckigen Röhre, dessen Strahl man nach dem ersten Abschnitte des folgenden zweyten Theiles (§. 2.) findet, indem sich 3348 zu 4470 nahe verhält, wie $39\frac{1}{5}$ Quadratz. welche den Wasserstrahl einer Oeffnung von 64 Quadratz. im Querschnitte bestimmen, zu etwa $52^{q''}$. $4^{r''}$. oder zu $0^{q'}$. $4^{r'}$. $4^{q''}$. $4^{r''}$. Multiplicirt man nun diese Zahl mit 20 als der zum Drucke von einer Wassersäule die $6'$. $8''$. hoch ist, zugehörigen Geschwindigkeit, so erhält man für die Ausflußmenge in 1 Secunde $7^{c'}$. $3^{s'}$. $2^{b'}$. $8^{c''}$. Diese beträgt genau zwey Mahl mehr als die wirkliche Ausflußmenge durch eine lange Ansatzröhre von $3'$. $7''$. $8'''$., so wie des Wasserstrahles Querschnitt von $52^{q''}$. $4^{r''}$. zwey Mahl größer ist, als der Querschnitt des Wasserstrahles durch die Ansatzröhre, welcher $26^{q''}$. $1^{r''}$. gefunden wird. Daher sind die Geschwindigkeiten welche zu einer gleichen Druckhöhe gehören, gleich, obgleich die eine Oeffnung doppelt so groß ist als die andere und die Hindernisse, die sich bey der Bewegung des Wassers entgegen setzen, compensirt werden.

Indeß würde man nur auf etwas Ungereimtes kommen, wenn man die Geschwindigkeiten aus der angeführten Formel herleiten und den Raum der Oeffnung mit h bezeichnen wollte, d. h. wenn man denselben als einen, den verschiedenen an seinem Boden angebrachten Oeffnungen, gemeinschaftlichen Behälter betrachten wollte. Denn wegen des mit keinem Ansatze versehenen, freyen Raumes würde $\frac{hha}{hh-mm}$ unendlich, wenn $m=h$ gesetzt und daher $\frac{hha}{0}$ unendlich und also auch die Geschwindigkeit unendlich, welche damit zusammengehört. Durch einen Ansatz würde der Ausdruck $\frac{774 \times a}{605}$ d. i. größer als a und diesem zu Folge die Geschwindigkeit größer, als die ihm zugehörige Druckhöhe a seyn, beydes Folgerungen welche der Erfahrung widersprechen. Daher läßt sich dieser ausgehöhlte Raum nicht als ein den verschiedenen Oeffnungen zugehöriger Behälter betrachten. Nunmehr überlasse ich den Kennern und Sachverständigen, über den Werth und das Gewicht der angeführten Gründe und Erfahrungen zu entscheiden, und erkläre mich bereit, meine Meinung sogleich zu ändern, so bald mir jemand meinen Irrthum entdecken oder das Gegentheil mit größerer Gewißheit beweisen wird.

§. 16.

Wegen der oben angeführten Enge der Oeffnungen, noch mehr aber wegen der vorher gesehenen Schwierigkeit einen so großen und gewaltigen Wasserkörper bequem regieren zu können, sind die Versuche mit dem gedachten großen Ansatze nicht in den beyden untern Geschossen, sondern nur in dem obern angestellt worden, bey welchen dies plötzliche Herabsinken des Wasserspiegels um eine Tiefe von 24 Linien nach der ersten Aufziehung der Oeffnungen von den oben genannten Professoren beobachtet worden, welches zwar auch nachher noch einige Zeit hindurch, jedoch langsamer, fortdauerte. Weit schneller aber geschah die Erhöhung des Wasserspiegels, so bald die Ansatzröhre verschlossen wurde. Denn da die wirkliche Ausflußmenge in 1 Secunde größer als $3\frac{1}{2}^{c'}$. war, so bewirkte ein Wasserkörper in der Gestalt eines Parallelepipedums, dessen Grundfläche beynahe 13 Quadratfuß betrug, welches nehmlich die Wasserfläche in dem Thurm ist, in dem Zeitraume von 1 Secunde eine Höhe von ungefähr 4 Zollen. Denn so wie das Wasser aus dem Einleitungscanal nicht schnell genug zufließen konnte, um den Wasserverlust wie es nöthig war, so gleich zu ersetzen und also ein ziemlich merkliches Herabsinken des Wasserspiegels entstehen mußte, so erhob sich derselbe auch wieder plötzlich, so bald der Ausfluß des Wassers aufhörte.

Zweyte Abtheilung der Hydraulischen Versuche.

Erster Abschnitt.

§. 1.

Am 6ten October des Jahres 1767 wurde der Durchmesser des Wasserstrahles durch die kreisförmige Oeffnung von 3 Zollen im Durchmesser, mit dem oben beschriebenen Zirkel lange untersucht und ungefähr $28\frac{1}{2}$ Linien gefunden. Der Abstand von dem innern Rande der Oeffnung betrug ungefähr 15 Linien. An demselben Tage wurden gegen Abend noch einige Versuche mittelst eines 26 Linien langen cycloidalischen Ansatzes, dessen innerer Durchmesser 46 und dessen äusserer 36 Linien betrug, angestellt. Diese Versuche wurden am folgenden Tage als am 7ten morgens wiederhohlt und der Querschnitt des Wasserstrahles $6^{q''}$. $11^{r''}$. $8^{q'''}$., $6^{q''}$. $11^{r''}$. $7^{q'''}$., $6^{q''}$. $11^{r''}$. $3^{q'''}$., $6^{q''}$. $11^{r''}$. $8^{q'''}$. gefunden.

Auch bemerkte man, daß der Wasserstrahl sich von der Oeffnung an gerechnet, beynahe auf eine Entfernung, die 4 Mahl so groß als der Durchmesser der Oeffnung war, gleich blieb.

Es scheint, daß diese Beobachtungen theils wegen der steten und merklichen Erschütterung des Wasserstrahls, theils wegen der kreisförmigen Bewegung auf der Wasserfläche, nicht mit mehr Sorgfalt angestellt werden konnten. Indeß unterscheidet sich der Querschnitt des Wasserstrahles $6^{q''}$. $11^{r''}$. $8^{q'''}$., von dem Flächeninhalt der Oeffnung $= 7^{q''}$. $0^{r''}$. $10^{q'''}$. nur um $\frac{1}{73}$.

Versuche mit Röhren von verschiedener Länge.

§. 2.

Da man im (93. 94. 95. §§.) des ersten Bandes zu entdecken bemühet war, welche Röhrenlänge in Bezug auf den Durchmesser die vortheilhafteste Wirkung hervorbrachte, in welchem Verhältnisse die Ausflußmengen, oder die Geschwindigkeiten vermindert wurden und welche Relation zwischen der absoluten und relativen größten Wirkung anzutreffen sey; so fand man, daß hierzu noch eine größere Anzahl von Versuchen und Beobachtungen erfordert wurde. Da mir nun diese Sache und deren Gewißheit von einiger Wichtigkeit zu seyn schien, so wurde in diesem Jahre die Veranstaltungen getroffen, die zur Begründung derselben dienen sollten. Denn die Wahrheit zu sagen, so geringe die Unregelmäßigkeiten der verschiedenen Röhren, die Abänderung des natürlichen Wasserstrahls, welche von der Gestalt des Ansatzes und von dem Vorsprunge der festen Platte über die äussere bewegliche herrührt, waren, so erregen sie doch, ungeachtet man sie der Berechnung unterwerfen kann, einige Bedenklichkeit über die Richtigkeit der Folgerungen. Daher wurden in dem Jahre 1767 von dem 8ten October bis zum 22sten desselben Monathes viele Versuche mit einer cylindrischen Röhre von 2 Zollen im Durchmesser, und deren Länge anfänglich 16 Zolle betrug, angestellt. Sie wurde in der beweglichen Platte von gleichem Durchmesser im obern Geschosse angebracht. Dann wurde die Röhre von 2 zu 2 Zollen eingeschoben bis ihre Länge 6 Zoll betrug, und hierauf ferner bis auf einen Zoll. Jeder Versuch wurde mehrere Mahle zwanzig Minuten hindurch wiederhohlt und es würde theils unnütz theils unangenehm seyn, alle diese einzeln zu erzählen und umständlich auseinander zu setzen. Daher theile ich hier nur die simplen Resultate mit, welche zu dem vorgesetzten Zwecke hinreichen können.

Die Röhrenlänge durch Zolle ausgedruckt.	Die aus den Versuchen sich ergebenden Resultate.	Die Strahlen durch die kleinsten Theile ausgedruckt.	Ihre Unterschiede.
16	$2^{q''}\ 6^{r''}\ 6^{q'''}\ 0^{r'''}$	439[illegible] $^{r'''}$	
14	2. 6. 7. 7.	4411	+ 19
12	2. 6. 9. 4.	4432	+ 21
10	2. 6. 10. 6.	4446	+ 24
8	2. 7. 2. 4.	4492	+ 46
6	2. 7. 3. 4.	4504	+ 12
5	2. 7. 4. 3.	4515	+ 11
4	2. 7. 1. 4.	4480	— 35
3	2. 7. 0. 0.	4464	— 16
2	2. 6. 6. 3.	4323	— 41
1	1. 11. 6. 4.	3388	— 955
0 d. i. die simple Oeffnung.	1. 11. 3. 0.	3348	— 40

Be-

Anmerkungen.

§. 3.

1) Unter diesen Röhren von verschiedener Länge gab diejenige, deren Länge 5 Zoll betrug, die größte Wassermenge, in den kleinsten Theilen ausgedruckt betrug sie 45·5, wenn der Querschnitt $2^{qII}.\ 7^{rII}.\ 4^{qIII}.\ 3^{rIII}.$ beträgt. Da nun der Durchmesser dieser Röhre 2 Zolle war, so läßt sich hieraus wenigstens einsehen, daß die Erfahrung meine in dem (93. §.) des ersten Bandes angezeigte Vermuthung sehr nahe bestätigt, wo nehmlich gesagt worden ist, daß alsdann die größte Wirkung erfolgen würde, wenn sich die Länge zum Durchmesser der Röhre wie 5 zu 2 verhielte.

2) Mit der allmähligen Verlängerung der Röhre, vermindert sich auch die Wirkung. Diese Verringerung findet auch Statt, wenn die Röhre kleiner als diejenige wird, durch welche die größte Wirkung hervorgebracht wurde. Dieses dauert so lange fort, bis die Wirkung derjenigen gleicht, welche durch die simple Oeffnung in einer dünnen Platte erfolgt. In diesen Fällen konnte man zwischen dem ausfließenden Wasser und der Röhre rings um die äussere Mündung derselben einen Zwischenraum von einigen Linien wahrnehmen.

3) Die Ausflußmengen der Röhren von 16 und von 2 Zollen in der Länge, oder diejenigen, deren eine dem Durchmesser gleich und die andere 8 Mahl größer als der Durchmesser ist, kamen einander am nächsten. Auch sind die Differenzen der Ausflußmengen ziemlich gleich, welche mit den Röhren gemacht sind, deren Längen 5, 6, 7 und 8 Durchmessern gleich sind. Daher wird eine Röhre, die 10 dergleichen Durchmesser enthält oder 20 Zolle lang ist, einen Wasserstrahl geben, dessen Querschnitt nicht größer, als $2^{qII}.\ 6^{rII}.\ 3^{qIII}.$ und bey einer Länge von 12 Durchmessern oder 24 Zollen, einen von $2^{qII}.\ 5^{rII}.\ 9^{qIII}.\ 8^{rIII}.$ welche sich, auf die kleinsten Zahlen gebracht, wie 4356 und 4292 verhalten. Daher gehören zu den

Röhrenlängen von	Die Wasserstrahlen von	oder in ganzen Zahlen.	Ihre Unterschiede.
8 Zollen.	$2^{qII}.7^{rII}.2^{qIII}.4^{rIII}$	$4492^{rIII}.$	
12 —	2. 6. 9. 4.	4452 —	— 60
16 —	2. 6. 6. 0.	4392 —	— 40
20 —	2. 6. 3. 0.	4356 —	— 36
24 —	2. 5. 9. 8.	4292 —	— 64

§. 4.

Wenn man nun das Verhältniß der Wasserstrahlen durch die relativen Zahlen zu 324 ausdrucken will, durch welche an den oben angeführten Stellen, der Voraussetzung gemäß die absolut größte Wassermenge dividirt worden; so setze man den Querschnitt des Wasserstrahles durch die 8 Zoll lange Röhre $2^{qII}.\ 7^{rII}.\ 2^{qIII}.\ 4^{rIII}.$ oder $4492^{rIII}. = 265$

dergleichen Theilen, und findet man den Querschnitt $2^{q''}$. $6^{r''}$. $9^{q'''}$. $4^{r'''}$. oder $4432^{r'''}$. so gehören dazu 261. 6 dergleichen Theile. So gehören zu dem Wasserstrahl durch eine 20 Zoll lange Röhre 256. 11 dergleichen Theile. Daher verhalten sich die Wasserstrahlen oder die Geschwindigkeiten zu der größten, welche durch 524 Theile ausgedruckt wird, wie die Zahlen 265., 261. 6., 259. 1., 256. 11., 253. 2., und so stimmen die 265 und die 259 Theile, die sich auf die 8 und 16 Zoll lange Röhre beziehen, sehr nahe mit denjenigen überein, welche im ersten Theile durch Versuche gefunden worden sind. [Die folgenden Berechnungen sind weggeblieben, weil die Verfahrungsart für andere Fälle unzureichend ist.]

Zweyter Abschnitt.

Bemerkungen über die Regel der beyden Querschnitte.

---

§. 7.

In dem Frühlinge des Jahres 1767 wurde der Zuführungscanal, wie anfänglich gesagt, 41 Fuß 6 Zoll weiter und zwar massiv fortgeführt. Damit wurde noch ein von 9 Fuß 3 Zollen langes Stück, aus Holz verbunden, so daß die ganze regulär gebauete und in gerader Richtung fortgehende Länge 146 Fuß 9 Zolle betrug. Unterhalb des zweyten Maßstabes wurde in einer Entfernung von 40 Fuß, noch ein dritter angebracht. Hierauf untersuchte man den Boden vermittelst einer gewöhnlichen Wasserwage und dann noch durch stillstehendes Wasser. Man fand denselben ansteigend und zwar etwas unregelmäßig. Dieses Steigen betrug von dem ersten bis an den zweyten Maßstab ungefähr 8 Linien und vom zweyten bis an den dritten 7 Linien. Diesem Ansteigen zu Folge entstand ein Zweifel in Ansehung der Regel der beyden Querschnitte, welche (im 121. §.) des ersten Bandes vorgetragen worden ist. Denn es ist eine ausgemachte Sache, daß, je länger der Canal auf diese Art fortgeführt wird, und je weiter sich der Wasserspiegel unter einem gewissen Gefälle erstreckt, auch mit der Verlängerung die anfängliche Bewegung desto langsamer werden müsse, und daß also die Wasserhöhen größer werden, je weniger der Wasserspiegel des Flusses geneigt ist. Allein auf der andern Seite ist es ebenfalls eine bekannte Sache, daß da, wo ein geringes Ansteigen des Bodens, oder wo ein kleines Hinderniß, welches sich dem freyen Laufe des fließenden Wassers in der Nähe des Bodens entgegen setzt, dieses Hinderniß desto leichter überwunden wird, je größer der Wasserkörper und je größer dessen Geschwindigkeit ist.

Hiervon haben wir uns vielfältig versichert. Wir haben bemerkt, daß, wenn das Wasser klar und in geringer Tiefe dahin floß, Blätter, kleine Holzschnitte und andere kleine Körper, welche nahe an dem Boden wegglitten, ihren Weg weit langsamer fortsetzten, als diejenigen, welche näher an dem Wasserspiegel waren. Bisweilen wurde quer durch den Zuführungscanal ein

kleines Brettchen in den Einschnitt (Falz) der letzten kleinen Schutzöffnung $2^{I}. 8^{II}. 6^{III}$. weit vom letzten Maßstabe eingeschoben. Dieses Brettchen erhob sich beynahe 2 Zoll hoch über den Boden, und wenn das kleine Gewässer anschwoll, so ergoß es sich über dasselbe und trieb 2 weiße kleine Kugeln von etwas größerem specifischen Gewichte, als das Wasser, fort. Und man sahe diese Kugeln langsam ihren Weg fortsetzen, wenn sie in der Nähe eines Hindernisses über den Boden wegglitten, und sie blieben in einiger Entfernung von demselben sitzen, wenn es 3 oder 4 Zolle über den Boden erhoben war. Dieses läßt sich deutlicher vermittelst eines andern im (25 §) des 3ten Abschnittes angeführten Versuches beweisen. Wenn nun aber ein solches Ansteigen des Bodens, das Wasser in der Nähe desselben nicht aufhält und unbeweglich macht, so trägt es gewiß nichts dazu bey, dasselben zu beschleunigen, sondern verzögert es eher. Daher scheint der Zweifel nicht ohne Grund zu seyn, ob man in diesen Fällen die Regel brauchen kann, welche in beyden Querschnitten eine Beschleunigung voraussetzt.

§. 8.

Um diese Ungewißheit zu heben, wurde folgender Versuch 3 Mahl wiederholt. Bey der Bewegung des Wassers durch den Zuführungscanal belief dessen Höhe bis an den ersten Maßstab $10^{II}. 3^{III}$., bis an den zweyten $8^{II}. 9^{III}$. und bis an den dritten $7^{II}. 5^{III}$. In einer Zeit von 8 Minuten ergossen sich in die Behälter $1389^{c'}. 6^{z'}$. Daher betrug die wirkliche Ausflußmenge in jeder Secunde $2^{c'}. 10^{z'}. 8^{b'}. 10^{c''}$. Wendet man hier nun die Methode der beyden Querschnitte an, so findet man ohne alle andere Rücksicht ein zu großes Resultat und nach verschiedenen Versuchen wandte man folgendes Mittel an:

Man beobachtete, daß sich die Oberfläche des fließenden Wassers von dem ersten bis an den zweyten Maßstab um 8, von dem zweyten bis zum dritten um 11, und folglich von der ersten bis zur dritten um 19 Linien senkte. Die ganze Höhe an der ersten Scale aber war 123, an der zweyten 105 und an der dritten 89 Linien.

Nimmt man nun die Differenz 4104 der Quadrate 15129 und 11025 der beyden Höhen von 123 und 105, und schreibt: wie sich 4104 : 11025 (dem kleinern Quadrat von 105) verhält, so verhält sich auch das Gefälle des Wasserspiegels zwischen beyden Höhen hier 8 Linien zur vierten Proportionalzahl, welche $1^{II}. 9^{III}. 5^{IV}$. gefunden wird. Hierzu gehört eine Geschwindigkeit von $2^{I}. 11^{II}$. Multiplicirt man nun diese Zahl in den Flächeninhalt des ersten Querschnittes, d. i. $1^{q'}. 8^{q''}. 6^{q'''}$., so erhält man für die Wassermenge $5^{c'}. 1^{z'}. 2^{b'}$.

Berechnet man auf dieselbe Art die Höhen an dem zweyten und dritten Maßstabe, so findet man für die Wassermenge $5^{c'}. 0^{z'}. 9^{b'}$. Bedient man sich dieser Methode auch zur Berechnung des ersten und dritten Maßstabes, indem sich die Differenz der Quadrate 15129 und 7921, d. i. 7208 zum kleinern Quadrate 7921 verhält, wie das Gefälle des Wasserspiegels zwischen der ersten und letzten Scale von 19 Linien zu dem vierten Gliede [illegible]^{III}. $10^{IV}. 6^{V}$., welches beynahe so groß wie im ersten Falle ist, wo es $21^{III}. 5^{IV}$. gefunden wurde.

Wenn man nun diese Wassermenge von $5^{c'}. 1^{z'}. 2^{l'}$. nach dem Verhältnisse von $\frac{18}{10\frac{1}{2}}$ reducirt, so findet man ungefähr $2^{c'}. 10^{z'}. 10^{l'}$. Indeß wird hiermit nicht behauptet, daß sich die Sache in allen andern Fällen so verhalten soll, wovon man den Grund in folgenden Umständen entdecken wird.

Am Anfange des Jahres 1768 wurde die Veranstaltung getroffen, daß der Boden des massiven Theiles vom Zuführungscanal an den Stellen, wo er zu hoch war, erniedriget, und da, wo er zu tief war, erhöhet und auf diese Art völlig geebnet und horizontal gemacht wurde. Die Lage des Bodens wurde nicht bloß mit einer gewöhnlichen Wasserwage sondern auch mit stillstehendem Wasser so wohl seiner Breite als seiner Länge nach geprüft, und es wurde keine merkliche Abweichung gefunden, ausgenommen die letzten 7 Fuß 6 Zoll des massiven Theiles, wo die Abweichung 1 Linie und durch die aus Holz bestehende Länge von 9'. 3''., wo selbige 6'''. betrug, nach welchen er mit einem kleinen Abfalle, wie bereits an einem andern Orte gesagt worden ist, in seinen alten Graben, der ein beträchtliches Gefälle hatte, geleitet wurde. Hiermit schien der durch das Ansteigen des Bodens veranlaßten Unregelmäßigkeit abgeholfen zu seyn, und als fände man nichts weiter, als die größern Erhöhungen des Wasserkörpers, welche natürlich von der Verlängerung des Canals herrührten und welche die Methode an sich ergänzen kann.

§. 9.

Allein die in der Folge angestellten Versuche machten uns darauf aufmerksam, daß außer der Erhöhung des fließenden Wassers noch irgend ein anderer vorher nicht beachteter Umstand vorhanden seyn müsse, und dieser bestand darin, daß die Verlängerung auch eine convexe Krümmung auf dem Wasserspiegel zwischen dem Anfang und dem Ende des Canals veranlaßte, die bald nach oben, bald nach unten zu am größten wurde, je nachdem der Wasserkörper in einer größeren oder geringern Höhe fortströmte. Denn der Anfang des zuletzt erlangten Gefälles des Wasserspiegels mußte sich natürlicher Weise mehr oberwärts befinden, wenn das Wasser höher war, wo es alsdann eine größere Kraft erlangt, durch welche es von neuem nach unten zu getrieben wird; und nach der entgegengesetzten Seite gegen das Ende, wenn das Wasser niedriger war. Dieser Umstand stört die Anwendung der Methode, welche in den Canälen einen horizontalen Boden voraussetzt, so, daß der Wasserspiegel zwischen den beyden Querschnitten die Gestalt einer Hyperboloide habe, oder von einer Ebene nicht merklich abweiche, d. h., die Methode setzt eine gleichförmig beschleunigte Bewegung voraus, welche von einem kurz vorhin erlangten Gefälle des Wasserspiegels verursacht wird.

Die Wirklichkeit der vorhin erwähnten convexen Biegung zeigte sich in den Wasserhöhen bey jedem der Versuche, die wir gleich anführen werden und besonders nach folgender Beobachtung:

Es wurde nehmlich in der Seitenwand des Einleitungscanals mit dem stillstehenden Wasser eine genaue Horizontallinie, die 24''. 11'''. von dem Boden abstand, gezogen. Hierauf maß man längs dem Zuführungscanal eilf gleiche Abstände, jeden von 10 Fuß

ab, wo dann für den 12ten und letzten $7\frac{1}{2}$ Fuß übrig blieben, so daß der Abstand von Anfang an 10 Fuß über die erste Scale genommen, 117 Fuß 6 Zolle betrug.

Am 26sten September ließ man das Wasser frey durch den Zuführungscanal laufen. Am Anfange war die Horizontallinie $14^{II}. 7^{III}.$ von dem Wasserspiegel entfernt. Am Ende des ersten Intervalls auch $14^{II}. 7^{III}.$, am Ende des zweyten $14^{II}. 7^{III}. 6^{IV}.$, am Ende des dritten $14^{II}. 9^{III}. 6^{IV}.$, des vierten $14^{II}. 11^{III}.$, des fünften $15^{II}. 1^{III}.$, des sechsten $15^{II}. 3^{III}.$, des siebenten $15^{II}. 7^{III}.$, am Ende des achten $15^{II}. 9^{III}.$, des neunten $16^{II}. 1^{III}.$, des zehnten $16^{II}. 6^{III}.$, des eilften $16^{II}. 9^{III}.$, und ganz am Ende $16^{II}. 10^{III}.$ betrug. In der ersten Distanz konnte man keine Abweichung von der Horizontallinie bemerken; allein in den zehn andern von gleicher Größe zeigten sich folgende Abweichungen:

0,	1te,	2te,	3te,	4te,	5te,	6te,	7te,	8te,	9te,	10te,	11te,	am Ende,
0,	0,	6^{IV},	2^{III},	1^{III},	2^{III},	2^{III},	4^{III},	2^{III},	4^{III},	5^{III},	3^{III},	1^{III}.

Die Höhen des fließenden Wassers waren:

$10^{II}. 4^{III}.$; $10^{II}. 3^{III}. 6^{IV}.$; $10^{II}. 1^{III}. 6^{IV}.$; $10^{II}.$; $9^{II}. 10^{III}.$; $9^{II}. 8^{III}.$; $9^{II}. 4^{III}.$; $9^{II}. 2^{III}.$; $8^{II}. 10^{III}.$; $8^{II}. 5^{III}.$; $8^{II}. 2^{III}.$; $8^{II}. 1^{III}.$

Hieraus siehet man, daß die Abweichung besonders zwischen der sechsten und siebenten Distanz zunahm, und noch mehr zwischen der neunten und zehnten. Dagegen kann man die ersten Distanzen als gleichförmig betrachten, weil man eine halbe Linie auch leicht der mangelhaften Beobachtung zuschreiben kann, indem der Wasserspiegel nicht als eine völlige und gleichförmige Ebene, sondern wellenförmig und wallend fortfloß. Indeß fand man 30 Fuß nach dem ersten Maßstabe das Gefälle 4 Linien und 30 Fuß weiter, d. i. an dem zweyten Maßstabe 8 Linien, und noch 30 Fuß weiter 11 Linien, und nach einer Entfernung von 10 Fuß von hier 3 Linien, d. h. am dritten Maßstabe 14 Linien, und also vom ersten bis zum letzten Maßstabe 26 Linien und bis ans Ende des massiven Theiles 27 Linien. Hieraus erhellet, daß die größere Senkung in dem untern Theile eine Wirkung des zuletzt erhaltenen Gefälles des Wasserspiegels ist, welche sich in den obern und entferntern Theilen gar nicht äussert, ausgenommen, wenn das Wasser in einer größern Höhe fortströmt. Dieses wird man auch an folgenden Versuchen wahrnehmen können. Zu diesem Behuf ist 20 Fuß unterhalb der ersten Scale, eine andere befestiget, welche hier die zweyte, so wie die zweyte, die dritte und die dritte, die vierte genannt werden soll.

Versuche über das Maß fließender Gewässer.

§. 10.

Erster Versuch.

Am 30sten September. An den 4 Scalen betrugen die Höhen $14^{II}.$, $13^{II}. 6^{III}.$, $12^{II}.$, $11^{II}. 6^{III}.$ In einer Zeit von 4 Minuten flossen $1455^{cI}. 5^{aI}. 9^{bI}.$ in die Behälter, welche für die wirkliche Wassermenge in jeder Secunde $6^{cI}. 7^{aI}. 8^{bI}.$ geben. Berechnet man sie vermittelst der ersten und dritten Scale, so findet man $11^{cI}. 1^{aI}. 0^{bI}.$ Beyde Wassermengen würden, nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, für die wirklichen $7^{cI}. 10^{aI}. 3^{bI}.$ und $6^{cI}. 9^{aI}. 3^{bI}.$ geben.

Zweyter Versuch.

Am 7ten October. Die Wasserhöhen an den 4 Scalen waren $13''$. $4'''$., $12''$. $11'''$., $11''$. $10'''$., $10''$. $3'''$. In einem Zeitraume von 4 Min. 15 Sec. flossen $1550^{c'}$. in die Behälter, welche für die wirkliche Wassermenge in jeder Secunde $6^{c'}$. $0''$. $11^{b'}$. geben.

Am 20sten October fand man vermittelst derselben Höhen in einer Zeit von 4 Minuten in den Behältern $1455^{c'}$. $5''$. $9^{b'}$., welche für jede Secunde $6^{c'}$. $0''$. $9^{b'}$. geben.

Am 25sten October waren die Höhen $13''$. $4'''$., $13''$. $0'''$., $11''$. $11'''$., $10''$. $3'''$. welche vermittelst der Pitotschen Röhre berechnet, wie noch an einem andern Orte soll bemerkt werden, für die wirkliche Wassermenge $6^{c'}$. $0''$. $9^{b'}$. gaben.

Achtet man nun nicht auf den Unterschied von einer Linie an den mittlern Scalen und berechnet man die Wassermenge aus der Höhe der ersten und dritten Scale, d. i. aus $13''$. $4'''$. und $11''$. $10'''$., so giebt das Product $11^{c'}$. $8''$. $6^{b'}$. $8^{c''}$., und berechnet man selbige vermittelst der dritten und vierten Scale d. i. aus $11''$. $10'''$. und $10''$. $3'''$., so erhält man $9^{c'}$. $8''$. $2^{b'}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, in jenem Falle $7^{c'}$. $1''$. $10^{b'}$. und in diesem $5^{c'}$. $10''$. $11^{b'}$. geben werden. Jene Menge ist größer, diese etwas kleiner als die wirkliche von $6^{c'}$. $0''$. $9^{b'}$.

Dritter Versuch.

Am 20sten October betrugen die Höhen an den 4 Scalen $13''$. $0'''$., $12''$. $8'''$., $11''$. $8'''$., $10''$. $0'''$. In einer Zeit von 4 Minuten strömten $1415^{c'}$. $9''$. $7^{b'}$. in die Behälter, welche für jede Secunde $5^{c'}$. $10''$. $9^{b'}$. geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Scale giebt $11^{c'}$. $4''$. $6^{b'}$. und vermittelst der dritten und vierten $9^{c'}$. $3''$. $11^{b'}$. $7^{c''}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, $6^{c'}$. $11''$. $5^{b'}$. und $5^{c'}$. $8''$. $5^{b'}$. geben.

Vierter Versuch.

Am 26sten October betrugen die Höhen an den 4 Scalen $12''$. $11'''$., $12''$. $7'''$., $11''$. $7'''$., $9''$. $8'''$. und waren ungefähr nur $1'''$. kleiner als die vorhergehenden. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Scale giebt $11^{c'}$. $3''$. $1^{b'}$. und vermittelst der dritten und vierten, $9^{c'}$. $0''$. $7^{b'}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 : 11 reducirt, $6^{c'}$. $10''$. und $5^{c'}$. $6''$. $4^{b'}$. geben.

Fünfter Versuch.

Am 20sten October betrugen die Höhen an den 4 Scalen $11''$. $5'''$., $11''$. $0'''$., $10''$. $3'''$., $8''$. $6'''$. In einer Zeit von 4 Minuten 15 Secunden waren in den Behältern $1502^{c'}$. $5''$. $4^{b'}$., welche für jede Secunde $4^{c'}$. $9''$. $2^{b'}$. $9^{c''}$. geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Scale giebt $9^{c'}$. $4''$. $6^{b'}$. und vermittelst der dritten und vierten $7^{c'}$. $5''$. $10^{b'}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 : 11 reducirt, $5^{c'}$. $8''$. $9^{b'}$. und $4^{c'}$. $6''$. $10^{b'}$. geben.

Sechster Versuch.

Am 20sten October betrugen die 4 Höhen 11''. 3'''., 19''. 10'''., 10''. 0'''., 8''. 5'''. In einer Zeit von 4 Min. 15 Sec. flossen 1504$^{c'}$. in die Behälter, welche für jede Secunde 4$^{c'}$. 6$^{z'}$. 8$^{b'}$. geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Scale giebt 9$^{c'}$. 1$^{z'}$. 0$^{b'}$., vermittelst der dritten und vierten aber 7$^{c'}$. 3$^{z'}$. 7$^{b'}$. 8$^{c''}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, 5$^{c'}$. 6$^{z'}$. 7$^{b'}$. und 4$^{c'}$. 5$^{z'}$. 7$^{b'}$. geben.

Siebenter Versuch.

Am 25sten October betrugen die 4 Höhen 11''. 0'''., 10''. 6'''., 9''. 9'''., 8''. 0'''. Man berechnete die Wassermenge vermittelst der Pitotschen Röhre in dem Zuführungscanal auf eine Art die an ihrem Orte erklärt werden soll. Man fand 4$^{c'}$. 5$^{z'}$. 4$^{b'}$. und in dem Einleitungscanal, fand man, nachdem alles Wasser in den Thurm geflossen war 4$^{c'}$. 8$^{z'}$. 7$^{b'}$.

Diese Höhen fand man auch am 26sten October. Man maß das ausfließende Wasser vermittelst des Regulators und fand die Ausflußmenge 4$^{c'}$. 4$^{z'}$. 4$^{b'}$. 6$^{c''}$.

Uebrigens findet man jede dieser Wassermenge als eine mittlere, zwischen der nächstvorhergehenden und nächstfolgenden wirklichen Ausflußmenge von 4$^{c'}$. 6$^{z'}$. 8$^{b'}$. und 4$^{c'}$. 2$^{z'}$. 9$^{b'}$. Auch verhält es sich so mit diesen Höhen. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Scale giebt 8$^{c'}$. 9$^{z'}$. 3$^{b'}$. und vermittelst der dritten und vierten 6$^{c'}$. 10$^{z'}$. 10$^{b'}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, 5$^{c'}$. 5$^{z'}$. 0$^{b'}$. und 4$^{c'}$. 2$^{z'}$. 7$^{b'}$. geben. Die Rechnung vermittelst der untern Scalen, welche 20 Fuß von einander entfernt sind, so daß der ganze Zwischenraum 60'. beträgt und die erste Höhe 10''. 1'''. 6^{IV}., geben 7$^{c'}$. 0$^{z'}$. 7$^{b'}$. welche reducirt 4$^{c'}$. 3$^{z'}$. 8$^{b'}$. ausmachen.

Achter Versuch.

Am 19ten October waren die Höhen an den 4 Scalen 10''. 9'''., 10''. 5'''., 9''. 8'''., 8''. 0'''. In einer Zeit von 5 Min. 30 Sec. hatte man 1597$^{c'}$. erhalten, welche für jede Secunde 4$^{c'}$. 2$^{z'}$. 9$^{b'}$. geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Höhe giebt 8$^{c'}$. 6$^{b'}$. 10$^{z'}$. und die Rechnung vermittelst der dritten und vierten 6$^{c'}$. 10$^{z'}$. 2$^{b'}$., welche nach dem Verhältniß von 18 zu 11 reducirt, 5$^{c'}$. 2$^{z'}$. 10$^{b'}$. und 4$^{c'}$. 2$^{z'}$. 2$^{b'}$. geben. Am 25sten October fand man dieselben Höhen und die Rechnung vermittelst der Röhre gab 4$^{c'}$. 3$^{z'}$. 5$^{b'}$. 9$^{c''}$.

Neunter Versuch.

Am 5ten October waren die Höhen 9''. 0'''., 8''. 9'''., 8''. 2'''., 6''. 10'''. In der Zeit von 6 Minuten 30 Secunden hatte man in den Behältern eine Wassermenge von 1336$^{c'}$. 9$^{z'}$. 4$^{b'}$., welche für die wirkliche Ausflußmenge in jeder Secunde 3$^{c'}$. 5$^{z'}$. 1$^{b'}$. 7$^{c''}$. geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Höhe giebt 6$^{c'}$. 7$^{z'}$. 3$^{b'}$. und vermittelst der dritten und vierten 5$^{c'}$. 4$^{z'}$. 5$^{b'}$., woraus nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, 4$^{c'}$. 0$^{z'}$. 5$^{b'}$. und 3$^{c'}$. 3$^{z'}$. 4$^{b'}$. 4$^{c''}$. entstehen.

Zehnter Versuch.

Am 18ten October waren die Höhen $8^{II}. 6^{III}.$, $8^{II}. 3^{III}.$, $7^{I}. 8^{III}.$, $6^{II}. 4^{III}.$ In einer Zeit von 8 Minuten flossen $1343^{cI}.$ in die Behälter, welche für jede Secunde $2^{cI}. 9^{II}. 6^{bI}.$ geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Höhe giebt $6^{cI}. 0^{II}. 4^{bI}.$ und vermittelst der dritten und vierten $4^{cI}. 9^{II}. 11^{bI}.$ welche, nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt $3^{cI}. 8^{II}. 2^{bI}.$ und $2^{cI}. 11^{II}. 4^{bI}.$ ausmachen.

Eilfter Versuch.

Am 11ten October waren die Höhen $8^{II}. 4^{III}.$, $7^{II}. 10^{III}.$, $7^{II}. 5^{III}.$, $6^{II}. 3^{III}.$ In einer Zeit von 7 Minuten strömten $1165^{cI}. 10^{II}. 3^{bI}. 6^{cII}. 0^{III}.$ oder $1166^{cI}.$ Wasser aus, welche für jede Secunde $2^{cI}. 9^{II}. 3^{bI}.$ geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Höhe giebt $5^{cI}. 9^{II}. 6^{bI}. 8^{cII}.$ und vermittelst der dritten und vierten $4^{cI}. 8^{II}.$, welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, $3^{cI}. 6^{II}. 6^{bI}.$ und $2^{cI}. 10^{II}. 2^{bI}.$ geben.

Zwölfter Versuch.

Am 18ten October betrugen die Höhen $8^{II}. 2^{III}.$, $7^{II}. 9^{III}.$, $7^{II}. 2^{III}.$, $5^{II}. 10^{III}.$ In einer Zeit von 9 Min. 30 Sec. hatte man in den Behältern $1486^{cI}. 6^{II}. 6^{bI}.$, welche für die wirkliche Ausflußmenge in jeder Secunde $.^{cI}. 7^{II}. 5^{bI}.$ geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Höhe giebt $5^{cI}. 6^{II}. 9^{bI}. 8^{cII}.$ und vermittelst der dritten und vierten $4^{cI}. 3^{II}. 9^{bI}.$, welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, $3^{cI}. 4^{II}. 2^{bI}.$ und $2^{cI}. 7^{II}. 6^{bI}. 8^{cII}.$ ausmachen.

Dreyzehnter Versuch.

Am 17ten October machten die Höhen $7^{I}. 9^{II}.$, $7^{I}. 5^{II}.$, $6^{I}. 10^{II}.$, $5^{I}. 6^{II}.$ In einer Zeit von 10 Minuten hatten sich in den Behältern $1455^{cI}. 3^{II}.$ Wasser gesammelt, welche für jede Secunde $2^{cI}. 5^{II}. 1^{bI}.$ geben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Höhe giebt $5^{cI}. 2^{II}.$ und vermittelst der dritten und vierten $4^{cI}. 0^{II}. 9^{bI}$, welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, $2^{cI}. 11^{II}. 10^{bI}.$ und $2^{cI}. 6^{II}. 8^{bI}.$ ausmachen.

Vierzehnter Versuch.

Am 18ten October waren die Höhen $6^{II}. 10^{III}.$, $6^{II}. 5^{III}.$, $6^{II}. 0^{III}.$, $4^{II}. 10^{III}.$ In einer Zeit von 12 Minuten erhielt man $1380^{cI}.$, welche $1^{cI}. 11^{II}. 0^{bI}.$ für jede Secunde gaben. Die Rechnung vermittelst der ersten und dritten Scale gab $4^{cI}. 3^{II}. 2^{bI}.$, vermittelst der drittten und vierten aber $3^{cI}. 3^{II}. 4^{bI}.$, welche nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt, $2^{cI}. 7^{II}. 3^{bI}.$ und $2^{cI}. 0^{II}. 0^{bI}.$ ausmachen.

Anmer-

Anmerkung.

Die unregelmäßige Abnahme der Höhen in Hinsicht der Distanzen bestätiget die vorhin angegebene Convexität der fließenden Oberfläche, und alles dieses zusammen macht auch die Bewegung durch die obern Querschnitte irregulär. Daher fielen die vermittelst der obern Scalen berechneten Wassermengen merklich größer aus, diejenigen aber, welche vermittelst der untern Scalen berechnet wurden, kamen der eigentlichen Größe weit näher. Auch lassen sich diese leicht auf eine hinlängliche Genauigkeit zurückführen wie man solches weiter unten sehen wird, und geben uns daselbst eine Veranlassung zu einer wichtigen Bemerkung. Um indeß die Resultate dieser Versuche bequem übersehen zu können, fügen wir hier

das Verzeichniß der vorhin beschriebenen Versuche, bey

Anzahl der Vers.	Die vermittelst der obern Scalen gefundenen, und nach dem Verhältniß von 18:11 reducirten Wassermengen.	Die vermittelst der untern Scalen gehörigen, und nach dem Verhältniß von 8:11 reducirten Ausflußmengen.	Die wirklichen, durch Messung sich ergebenden Wassermengen.	
1	7^{c1}. 10^{z1}. 3^{b1}.	6^{c1}. 9^{z1}. 3^{b1}.	6^{c1}. 7^{z1}. 8^{b1}. 0^{c11}.	
2	7. 1. 10.	5. 10. 11.	6. 0. 11.	oder auch
			6. 0. 9.	
3	6. 11. 5.	5. 8. 5.	5. 10. 9.	
4	6. 10. 6.	5. 6. 4.	6. 0. 3.	mittl.
			5. 6. 7.	
5	5. 8. 9.	4. 6. 10.	4. 9. 2. 9.	
6	5. 6. 7.	4. 5. 7.	4. 6. 8.	
7	5. 5. 0.	4. 2. 7.	4. 4. 0.	
8	5. 2. 10.	4. 2. 2.	4. 2. 9.	
9	4. 0. 5.	3. 3. 4.	3. 5. 1. 7.	
10	3. 8. 2.	2. 11. 4.	2. 9. 6.	
11	3. 6. 8.	2. 10. 2.	2. 9. 3.	
12	3. 4. 2.	2. 7. 7.	2. 7. 3.	
13	2. 11. 10.	[illegible]. 5. 9.	2. 5. 1.	
14	2. 7. 3.	[illegible]. [illegible]. [illegible].	1. 11. 0.	

§. 12.

Jetzt wollen wir untersuchen, woher diese Verschiedenheiten entspringen, wie man sie verbessern und an andern Stellen verhüten könne. Daher wollen wir den Weg des Wassers durch den Zuführungscanal betrachten. Das sich seitwärts aus seinem ersten Canal von einer Höhe, die mehr als 1 Fuß beträgt, in den Einleitungscanal stürzende Wasser dehnt sich hier ohne irgend ein Hinderniß vor sich anzutreffen, nach seiner gan-

zen Masse aus und fängt sich dann an mit einer Geschwindigkeit zu bewegen, welche mit seiner Höhe und dem Stoße zusammengehört, welchen es durch das beständig herabfallende Wasser erhält. Nach und nach verbreitet es sich durch den Canal und läßt daher in seiner anfänglichen Bewegung nach, die um so viel schwächer wird, je weiter der bis ans Ende zurückzulegende Weg ist, und je größer die fortzutreibende Masse wird. Je größer aber die Höhe ist, auf eine desto größere Entfernung theilt sich die Wirkung des hier gegen den Horizont geneigten Bodens mit, und die Theile in der Nähe des Wasserspiegels sind die ersten, welche auf denselben treffen, längst denselben herabsinken und dadurch beschleuniget werden. Allein die tiefer und dem Boden näher liegenden treffen die geneigte Ebene weit später. Daher die obern Theile sich schon mit einer durch den Fall erlangten und also vermehrten Geschwindigkeit bewegen, indeß die untern ihre Bewegung auf eine gewisse Strecke mit der ersten Geschwindigkeit fortsetzen, obgleich die obern nicht beschleunigt werden können, ohne den untern sie berührenden Theilchen einiger Maßen auch zu beschleunigen, und hingegen die untern nicht verzögert werden können, ohne die obern zum Theil aufzuhalten. Daher haben alle Theile zusammen genommen, in jedem Querschnitt eine sehr zusammengesetzte Bewegung, ungeachtet die Wassermenge in jeder von gleicher Größe bleibt. Alles dieses wird sich vermittelst der (Fig. 59.) weit besser übersehen lassen.

BN sey der Boden, CEL die geneigte fließende Oberfläche und API die Horizontale des stillstehenden Wassers.

Wenn nun der Boden anstatt gegen N in der Ebene in gerader Richtung fortzugehen, sich in G ablenket und nach der Richtung GO neiget; so ist offenbar, daß wenn das Wasser anfänglich die Höhe GE oder auch GH hat, wegen der Biegung des Bodens jetzt eine geringere Höhe haben wird, welche die auf GO senkrechte GF bezeichnet. Verlängert man nun GO bis C oder P, so lenkt sich hier der Wasserspiegel von der Richtung CL ab und geht in eine andere von CFM über, so, daß in dem Zwischenraum von CD bis GF die untern Wassertheilchen ihre Bewegung in der Richtung von CG wie am Anfange fortsetzten. Die obern aber bewegen sich über CG weit schneller fort und haben in den Puncten G als am Anfange des so sehr geneigten Bodens und F eine Geschwindigkeit, welche den Höhen GH und FK zugehört, (vorausgesetzt daß auf die zusammengesetzte Bewegung, welche aus der wechselseitigen Mittheilung der Geschwindigkeiten der einander berührenden Theilchen keine Rücksicht genommen wird) und der Inbegriff der Geschwindigkeiten wird sich durch das parab. auf der geneigten Axe GI beschriebenen Trapezium vorstellen lassen, so, daß die auf der verticalen Axe GH beschriebene Parabel mit der zum Trapezium gehörigen in G eine gemeinschaftliche Ordinate hat, und daß die Höhe dieses Trapeziums durch eben die GI ausgedruckt wird. Hieraus ersiehet man so wohl die Convexität der Oberfläche CEM als auch die Unregelmäßigkeit des zwischen CD und GF sich bewegenden Wassers.

Indessen ist es nicht zu leugnen, daß der Winkel CGD in unserm Falle äusserst klein, nehmlich kleiner als 10 Minuten ist. Allein dessen ungeachtet macht dieser auf eine Distanz von 40 Fuß einen Unterschied von 1 Zolle und 4 Linien, auf eine Distanz von 60 Fuß, 2 Zolle, auf eine Distanz von 100 Fuß, 3 Zolle 6 Linien. Daher findet man die Ausflußmengen da, wo das Wasser höher fließt zu groß und wo es niedriger fließt

zu klein, wenn nehmlich die Berechnung vermittelst der untern Scalen geschieht, wo die von dem abschüssigen Boden bewirkte Beschleunigung anfängt die Oberhand zu gewinnen.

Alles dieses erfolgt eben so, wenn man sich an den obern Scalen der Pitotschen Röhre bedient und die Rechnung nach den Regeln führt, wie sie in (dem 110. §.) des ersten Bandes sind gewiesen worden und die auch für den Regulator gelten.

§. 13.

Was indeß die Pitotsche Röhre betrifft, so soll noch an einer andern Stelle umständlich von ihr gehandelt werden; hier aber soll die Untersuchung der Regel beyder Querschnitte weiter fortgesetzt werden. Dabey kommt es viel darauf an, zu verhüten, daß nicht verschiedene Reductionen nach den verschiedenen respectiven Höhen Statt finden, wovon (im 124. §.) des ersten Bandes gehandelt worden ist, sondern daß in allen Fällen die Reduction nach dem Verhältnisse von 18 zu 11, oder nach einem andern nähern Verhältnisse zwischen dem Flächeninhalt der Oeffnung und der größten Zusammenziehung des Wasserstrahles geschehe. Zu einer solchen mannigfaltigen Reduction führt uns dann jene Verschiedenheit der Resultate in den Strömen von verschiedener Höhe, welche von den oben angeführten Ursachen herrührt.

§. 14.

Hier glaube ich es als am rechten Orte bemerken zu dürfen, daß es scheint, als würden bey der Regel der beyden Querschnitte die Hindernisse zwey Mahl in Rechnung gebracht. Einmahl wenn man den Anfang der Bewegung oder den Mittelpunct der Hyperboloide oder den Scheitelpunct der Parabel bestimmt. Zum andern Mahle wenn man die gefundene Wassermenge nach dem Verhältniß des zusammen gezogenen Wasserstrahles d. i. von 18 zu 11 reducirt. Dieses scheint sich vorzüglich in den (126. §.) des ersten Bandes mehr als an jeder andern Stelle sichtbar zu machen, da wo nehmlich gesagt wurde (daß die Flächenräume der Querschnitte, sich wie ihre mittlern, durch die Hindernisse modificirter Geschwindigkeiten verhalten.)

Es ist aber anderer Seits leicht einzusehen, daß es zweyerley Hindernisse giebt, welche das Wasser in seinem Laufe zu leiden hat. Die erste Art Hindernisse begreift diejenigen, welche schon in dem obern Theile überwunden sind, nehmlich die Unregelmäßigkeit des Flußbettes, die verschiedene Abhängigkeit rc.; oder andere von Natur oder durch Kunst veranlaßte Hindernisse, durch welche die natürliche Geschwindigkeit welche dem Wasser vom Anfange seines Laufes zukommen würde, gestört wird. Dieser Stöhrung zu Folge wird der Anfang des Flußbettes oder des Gefälles beständig abgeändert. Diese Art Hindernisse bringt man in Rechnung, wenn man mit Hülfe der Regel gerade den Anfang des Flußbettes oder Gefälles sucht.

Die andere Art der Hindernisse sind unvermeidlich und rühren von dem Boden und den Seitenwänden, wenn sie gleich regulär sind, her. Vermöge dieser ist die Geschwindigkeit im Stromstriche und in der Mitte jederzeit größer als auf dem Grunde oder in der Nähe der Seitenwände. Daher wird bey Anwendung der Methode die größte Ge-

schwindigkeit in Rechnung gebracht, welche aber nicht allen Stellen des Querschnittes zugehören, und aus diesem Grunde fallen die Resultate zu groß aus und müssen nach dem Verhältnisse des zusammen gezogenen Wasserstrahls reducirt werden, weil sie, wie im ersten Bande gezeigt worden, denjenigen Hindernissen analog sind, welche das Wasser zu leiden hat, wenn es durch eine, in eine dünne Platte eingeschnittene Oeffnung, durchschießt. Da nun die gedachten Hindernisse von einander ihrer Gattung nach, wesentlich verschieden sind; so ist es nöthig, daß jede ins besondere in Rechnung gezogen wird, wie es bey dieser Regel beobachtet ist, welches auch, wie die Versuche zeigen hinlänglich ist, so daß man keiner weitern Reduction bedarf.

§. 15.

Ich halte es demnach für überflüssig die Hülfsmittel und Correctionen, die sich nur auf besondere Fälle beschränken, weiter auseinander zu setzen; da es doch viel vortheilhafter ist, zuverläßige Vorschriften beyzubringen um die Fälle kennen zu lernen, in welchen man von der Regel mit Sicherheit Gebrauch machen kann.

Das erste Mittel wird, eine genaue Abwägung des Bodens und des Wasserspiegels seyn, welche man noch eine gewisse Strecke weit über und unterhalb der gewählten Querschnitte mit Nutzen fortsetzen kann. Denn dadurch wird man die Stelle wo die Beschleunigung anfängt und das Gefälle wodurch selbige bewirkt wird, leicht entdecken. Ich sage eine genaue Abwägung, weil ein Irrthum von einigen Linien in der Oeffnung eine bedeutende Verschiedenheit zur Folge haben kann, wovon uns eben diese Versuche überzeugen.

Zweytens. Wenn man kein anderes Mittel anwenden kann oder will, sich von den zur Regel erforderlichen Bedingungen zu versichern; so wird man solches dadurch erlangen können, wenn man noch zwey andere oder zur mehreren Bequemlichkeit und Abkürzung des Verfahrens überhaupt drey Querschnitte in demselben Canale annimmt. Wird nun das Gefälle oder der Abstand von dem Mittelpuncte der Hyperboloide vermittelst zweyer dieser Querschnitte gefunden, z. B. vermittelst des ersten und zweyten, so sucht man denselben noch vermittelst zweyer andern z. B. vermittelst der ersten und dritten auf eine ganz ähnliche Art. Wenn nun die Mittelpuncte zusammen fallen und also ihre Potenzen von gleicher Größe gefunden worden sind; so hat man sich dadurch von dem regulären Abhange des Wasserspiegels und von der gleichförmig beschleunigten Bewegung versichert. Ob aber der vermittelst der beyden Querschnitte gefundene Mittelpunct zur Hyperboloide gehört, läßt sich aus der dritten Höhe erkennen, wenn diese nehmlich wirklich eine Ordinate ist, die zu derselben Hyperboloide gehört.

Der dritte der oben angeführten Versuche kann uns hier zum Beyspiele dienen. Bey diesem waren die Höhen an den vier Scalen $13''.\ 0'''.$, $12''.\ 8'''.$, $11''.\ 8'''.$, $10''.\ 0'''.$ Druckt man nun die Höhe an der ersten und dritten Scale durch Linien aus; so erhält man 156 und 140 Linien. Davon sind die Quadrate 24336 und 19600 und ihre Differenz ist 4736. Nun verhält sich diese Differenz 4736 zum kleinern Quadrat 19600 wie der Abstand beyder Querschnitte von einander d. i. $60'$ zum vierten Gliede, welches den Abstand des Mittelpunctes von der ersten Scale oder dem ersten Querschnitte angiebt und $248'.\ 3''.\ 8'''.\ 9^{IV}.$ beträgt. Multiplicirt man nun diese Länge

durch 1. 2. 1. d. i. durch das Quadrat der ersten Höhe von 1'. 1''.; so erhält man für die Potenz der Hyperboloide 291'. 5''. Dividirt man nun diese Potenz durch den Abstand von der letzten Scale oder dem letzten Querschnitt, d. i. durch 348'. 3''. 8'''. 9''''. und zieht man aus dem Quotienten von 10''. 0''. 5'''. die Quadratwurzel aus, so findet man 10''. 11'''. 8''''. So groß müßte die Höhe an der letzten Scale seyn, anstatt daß sie wirklich 10''. gefunden wird.

Kürzer aber weniger genau schließt man: es verhält sich die Entfernung beyder Querschnitte von 60 Fuß zu dem Gefälle des Wasserspiegels von 16 Linien, wie die Entfernung zwischen dem ersten und dritten Querschnitte von 100 Fuß, zu 26'''. 8''''. oder zu 2''. 2'''. 8''''. welche Zahl von der ersten Höhe abgezogen 10''. 9'''. 4''''. für die letzte Höhe giebt. Eben dasselbe findet bey den Höhen der andern Versuche Statt.

§. 16.

Wenn sich nun gleich das Verhältniß der Geschwindigkeiten und daher der, mit den Querschnitten zusammengehörigen Gefälle, aus dem Verhältnisse dieser Querschnitte selbst ergiebt, vorausgesetzt, daß der Ab- und Zufluß des Wassers im Canale unverändert bleibt; so verhalten sich die Gefälle, welche solche Geschwindigkeiten erzeugen, umgekehrt wie die Querschnitte und sind diese von gleicher Breite, so verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt, wie ihre Höhen. Daher verhalten sich die mit diesen Geschwindigkeiten zusammengehörigen Gefälle umgekehrt wie die Quadrate der Querschnitte oder wenn sie von gleicher Breite sind, wie die Quadrate ihrer Höhen. Mit dem allen befördert man anderer Seits die Bestimmung der Verhältnisse der Geschwindigkeiten und der Gefälle in den Querschnitten, ohne uns von der Betrachtung der Hyperboloide zu entfernen.

Wenn sich daher aus den gemachten Beobachtungen ergiebt, daß der Wasserspiegel ein irreguläres Gefälle hat und also die beschleunigte Bewegung nicht gleichförmig ist, so wie solches vorausgesetzt wird, so muß man nothwendig jeden der beyden Querschnitte als zu einer besondern Hyperboloide gehörig betrachten, und da sich in jeder derselben ihre Potenz zum Quadrate der Ausflußmenge verhält, wie der Sinus Totus zur Tangente des Neigungswinkels wodurch die Beschleunigung bewirkt wird, d. h. wie die Entfernung des Querschnittes vom Mittelpuncte der Hyperboloide, zu dem, mit dem Querschnitte zusammengehörigen Gefälle; so folgt, daß sich das Gefälle auf eine bestimmte Weite des Canales, welche zwischen zweyen Querschnitten begriffen und von einer bestimmten Wassermenge ist, wie die verschiedenen Potenzen der respectiven Hyperboloiden verhalten wird. Daraus läßt sich das Verhältniß des zu jedem Querschnitte gehörigen Gefälles ersehen.

Dieses wollen wir nun mit einem Beyspiele, welches aus einem der sichern Versuche wie unter andern der zweyte, hergenommen ist, erklären. Hier betrug die wirkliche Wassermenge 6c'. 0''. 9b'. und 6c'. 0''. 10b'. in einer Secunde. Dividirt man diese durch 2 Fuß als die Breite des Canals, so stellt der Quotient 3. 0. 5. den Inbegriff der wirklichen Geschwindigkeiten im Durchschnitte vor. Davon ist das Quadrat 9. 2. 6. 2. An der ersten, dritten und vierten Scale betrug die Höhe 13''. 4'''., 11''. 10''',

10^{II}. 3^{III}. d. i. 156, 142 und 123^{III}. Nun verhält sich 5436 d. i. die Differenz der Quadrate 25600, 20164 der beyden ersten, zum kleinern Quadrat 20164, wie die Distanz der beyden Querschnitte d. i. 60 Fuß zum vierten Gliede, welches 222^{I}. 6^{II}. 8^{III}. gefunden wird, wodurch also der Abstand des ersten Querschnittes vom Mittelpuncte der Hyperboloide in Bezug auf beyde Querschnitte ausgedruckt wird. Hierzu füge man noch die Distanz von 60 Fuß, so wird die Summe 282^{I}. 6^{II}. 8^{III}. die Distanz des zweyten Querschnittes von dem gedachten Mittelpuncte angeben.

Eben so verhält sich 5035 die Differenz der Quadrate 20164 und 15129 der beyden Höhen von 142 und 123^{III}. der dritten und vierten Scale, zu dem kleinern Quadrat 15129, wie die Distanz beyder Querschnitte von 40 Fuß, zum vierten Gliede, welches 120^{I}. 2^{II}. 3^{III}. für den Abstand des ersten dieser beyden Querschnitte von dem Mittelpuncte der Hyperboloide gefunden wird, welcher beyden gemein ist. Wenn nun der Querschnitt zur erstern Hyperboloide gehörte; so müßte man diese Distanz 282^{I}. 6^{II}. 8^{III}. finden. Daher sind beyde Hyperboloiden verschieden und die Potenz der ersten, welche aus einer Entfernung von 222^{I}. 6^{II}. 8^{III}. macht, mit dem Quadrate 1. 2. 9. 9. 4 aus der ersten Höhe von 1. 1. 4. multiplicirt, 274. 9. 1. 5. Die Potenz der zweyten aber wird das Product 116. 10. 2. 3. aus der Entfernung von 120^{I}. 2^{II}. 3^{III}. in das Quadrat 0. 11. 8. 0. 4 der Höhe von 11^{II}. 10^{III} multiplicirt, seyn.

Nun wollen wir die Fallhöhen suchen. Es verhält sich nehmlich die Potenz 274. 9. 1. 5 zum Quadrat der durch 9. 2. 6. 2 ausgedruckten Wassermenge, wie der Abstand von dem Mittelpuncte des ersten Querschnittes 222. 6. 8 zum vierten Gliede, welches man 7. 5. 3. 6. findet. Jedoch ist (welches wohl zu bemerken ist) diese Größe nicht diejenige, welche die Geschwindigkeit durch den ersten Querschnitt bewirkt; wohl aber der Quotient 1^{II}. 5^{III}. 10^{IV}. 3^{V}., welchen man findet, wenn man 7. 5. 3. 6 durch 60 dividirt. Dieser Quotient druckt den Parameter der Parabel aus, welcher die Scale der natürlichen Geschwindigkeiten ist. Diese Zahl 7. 0. 5. 3. 6 wird nur wiederhergestellt, wenn man die vorige mit 60 multiplicirt. Zieht man alsdann die Quadratwurzel aus, so findet man 2^{I}. 8^{II}. 8^{III}. 9^{IV}. Das Product derselben in die Höhe 1^{I}. 1^{II}. 4^{III}. giebt die gesammte Geschwindigkeit 3. 0. 4. 4. ꝛc.

Auf dieselbe Art verhält sich die Potenz 116. 10. 2. 3 der andern Hyperboloide zu demselben Quadrate der Wassermenge, nehmlich zu 9. 2. 6. 2 wie die Distanz von 120. 2. 3 des erstern der beyden untern Querschnitte vom Mittelpunct der Hyperboloide zum vierten Gliede, welches 9^{I}. 5^{II}. 8^{III}. gefunden wird. Dividirt man diese Zahl, wie oben durch 60, so findet man das für diesen Querschnitt gesuchte Gefälle von 1^{II}. 10^{III}. 8^{IIII}. 9^{V}. und ziehet man aus 9. 5. 8 die Quadratwurzel, so findet man die Geschwindigkeit in 1 Secunde nehmlich 3^{I}. 0^{II}. 11^{III}. Multiplicirt man diese Zahl mit der Höhe des Querschnittes d. i. mit 11^{II}. 10^{III}., so ergiebt sich die gesammte Geschwindigkeit 3^{I}. 0^{II}. 4^{III}. ꝛc.

§. 17.

Wollte man nun wissen, wie groß die Höhe an der letzten Scale seyn müßte, falls sie zur ersten der beyden gefundenen Hyperboloiden gehört; so, daß man nur deren Potenz 274. 9. 1. 5 durch die Distanz, welche diesen Querschnitt von ihrem Mittelpuncte

haben müßte d. i. durch 322. 6. 8 dividiren und aus dem Quotienten von $10^{q\,II}$. $2^{r\,II}$. $7^{q\,III}$. die Quadratwurzel ziehen, welche 11^{II}. 0^{III}. 10^{IV}. anstatt der wirklichen 10^{II}. 3^{III}. giebt. Eben dieses findet auch Statt, wenn der Strich des Canals zwischen beyden Querschnitten nicht in gerader Richtung fortgeht. Denn die einfache Krümmung des Flusses stört nicht, wie an einer andern Stelle bereits bemerkt worden ist, diese Verfahrungsart, weil man eine Strecke eines solchen gekrümmten Canales, wie in gerader Richtung fortgehend betrachten kann. So wohl Theorie als Erfahrung machen es gewiß, daß die allmählige Krümmung wenn sie nicht gerade zu stark oder in einen zu spitzigen Winkel zuläuft, die Geschwindigkeit des fließenden Wassers nicht ändert.

Diese Berechnungen werden dem Sachkenner nicht verdrießlich fallen, welcher sich über diesen Punct, am Schreibpulte besser belehren und mehr Gewißheit verschaffen kann, als vermittelst der an Ort und Stelle wiederholten Operationen und Beobachtungen. Will man indeß diese Betrachtungen fortsetzen; so bemerke man, daß bey größern fließenden Gewässern die Höhe an der dritten Scale kleiner ausfiel, als diejenige, welche Statt gefunden hätte, wenn der Anfang des Gefälles in eine angemessenere Entfernung von der letzten Scale gefallen wäre. Daher muß man sie hier weiter zurück zwischen der zweyten und dritten Scale nehmen; aber näher in den kleinern Flüssen, in welcher sich der Anfang des zuletzt erhaltenen Gefälles des Wasserspiegels verliert, und zwar deshalb, weil die höchsten Puncte der beyden Höhen wegen der oben erwähnten convexen Biegung der Oberfläche des Flusses nicht in die Hyperboloide fallen.

Nun wollen wir zu den Erfahrungen zurückkehren und die Unterschiede zwischen den wirklichen und den durch Rechnung gefundenen Wassermengen bemerken, wozu wir uns die beyden untern Scalen bedienten und die gefundene Zahlen nach dem Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt haben.

Anzahl der Versuche.	Wirkliche in einer Secunde ausgeflossene Wassermengen.			Berechnete Wassermengen in einer Secunde.		
1	$6^{c\,I}$.	$7^{a\,I}$.	$8^{b\,I}$.	$6^{c\,I}$.	$9^{a\,I}$.	$3^{b\,I}$.
2	6.	0.	10.	5.	10.	11.
3	5.	10.	9.	5.	8.	5.
4	5.	6.	7.	5.	6.	4.
5	4.	9.	2.	4.	6.	10.
6	4.	6.	8.	4.	5.	7.
7	4.	4.	8.	4.	2.	7.
8	4.	2.	9.	4.	2.	2.
9	3.	5.	1.	3.	3.	4.
10	2.	9.	6.	2.	11.	4.
11	2.	9.	3.	2.	10.	2.
12	2.	7.	3.	2.	7.	6.
13	2.	5.	1.	2.	5.	8.
14	1.	11.	0.	2.	0.	0.

Hieraus erhellet, daß wenn die Höhe des obern dieser beyden Querschnitte in dem höher fließenden Wasser um einige Linien vermehrt oder in dem niedrig fließenden, um einige Linien vermindert wird, die berechneten Wassermengen so genau als möglich gefunden werden.

1) Wenn man z. B in dem zweyten Versuche anstatt der Höhe von $11''. 10'''$. des obern Querschnittes, die Mittelzahl zwischen dieser und der darauf folgenden von $10''. 11'''$. nimmt, welche $10''. 4'''. 6''''$. ausmacht nnd vermittelst dieser und der letzten von $10''. 3'''$. die Rechnung führt; so findet man die Wassermenge genau $6^{c1}. 0^{z1}. 9^{b1}$.

2) Wenn man auf diese Art in dem dritten Versuche anstatt der Höhe von $11''. 8'''$. die Mittelzahl zwischen dieser und der vorhergehenden $12''. 8'''$. d. h. wenn man $12''. 2'''$. nimmt, so findet man die Wassermenge $5^{c1}. 10^{z1}. 7^{b1}$.

3) Wenn man in dem fünften Versuche anstatt der Höhe von $10''. 3'''$. in dem obern Querschnitte, die Mittelzahl zwischen dieser und der vorhergehenden von $11''$. nimmt, so erhält man $10''. 8'''$. und die Rechnung vermittelst dieser und der folgenden von $8''. 6'''$. giebt für die Wassermenge genau $4^{c1}. 9^{z1}. 3^{b1}$.

Hingegen werden, bey niedrig fließendem Wasser, die Höhen der oberen Querschnitte um einige Linien vermindert, auch die Wassermengen viel genauer geben. Auch hat es, nach dem was kurz vorher gesagt mit nöthiger Rücksicht auf die Stelle wo der Wasserspiegel eine gewisse Convexität hat, keine Schwierigkeit zu bestimmen, um wieviel die Höhen vermehrt oder vermindert werden müssen. In den Versuchen bey welchen man sehr kleine Differenzen findet, ist es nicht rathsam eine größere Genauigkeit zu suchen, weil dieser Mangel an Genauigkeit zum Theil auch in der so leicht zu fehlenden Messung der Höhen selbst liegen kann.

§. 18.

Ehe wir in diesen Untersuchungen weiter fortgehen, wollen wir noch einige Bemerkungen über die Hyperboloide selbst vorausschicken.

Erstens. Zwey verschiedene Hyperboloiden von derselben Art können einander weder berühren noch schneiden. Denn bezeichnet man durch P und p ihre Potenzen, so werden diese Hyperboloiden, wenn sie einander berühren oder schneiden, eine gemeinschaftliche Abscisse x haben und die zum Berührungs- oder Durchschnittspunct gehörige Ordinate sey y, so wird alsdann $xyy = P$ und $xyy = p$ folglich $P = p$. Also werden die Hyperboloiden nicht, wie angenommen worden, verschieden seyn.

Zweytens. Wenn zwey Hyperboloiden eine gemeinschaftliche Abscisse, welche vom Mittelpuncte an, genommen wird, haben; so verhalten sich die zusammenfallenden Ordinaten y und z wie die Quadratwurzeln der Potenzen P und p. Denn man hat alsdann $xy^2 = P$ und $xz^2 = p$ folglich $y^2 : z^2 = P : p$ oder $y : z = \sqrt{P} : \sqrt{p}$. Wenn nun eine Asymptote der einen Hyperboloide auf ine Asymptote der andern fiele, ohne daß ihre Mittelpuncte zusammenfielen; so können sich die Curven wohl einander schneiden, aber nicht bloß berühren. Denn wofern man die beyden Abscissen mit u und x be-

bezeichnet und die Ordinate an dem gemeinschaftlichen Abschnitte y; so wird $uy^2 = P$, und $xy^2 = p$ seyn können. Daher ist $u : x = P : p$ welches der Behauptung nicht entgegen ist.

Allein sie werden einander nicht bloß berühren können; weil die Ordinaten, der innern Curve, ausser dem angenommenen Berührungspuncte, anstatt immer mehr abzunehmen, sie vielmehr wachsen würden, da sich doch die innere Curve von der äussern immer weiter entfernen müßte.

§. 19.

Diese Betrachtungen wollen wir nun noch etwas weiter fortsetzen. Da im (120. §.) des ersten Bandes gewiesen worden, daß in den regulären Canälen mit einem merklich geneigten Boden, die Potenz der Hyperboloide, woraus die fließende Oberfläche besteht, sich zum Quadrat der Ausflußmenge, wie die Secante zur Tangente oder wie der Sinus totus, zum Sinus des Neigungswinkels des Bodens gegen den Horizont verhält und daß sich bey Canälen mit horizontalem Boden, worin das Wasser mit einer gewissen gleichförmig beschleunigten Bewegung fließt, die Potenz der Hyperboloide zum Quadrat der Ausflußmenge, wie der Sinus totus zur Tangente des Neigungswinkels, welcher der beschleunigenden Kraft äquipollent ist, verhält; so erhält man daher bey einem Canale mit geneigtem Boden wenn man den Sinus totus mit R, den Sinus des Neigungswinkels mit S, die Potenz der Hyperboloide mit P und die Ausflußmenge mit Q bezeichnet; $R : S = P : Q^2$. Bezeichnen nun R, s, p und q die ähnlichen Abmessungen eines andern unter einem andern Winkel geneigten Canals, der mit vorigem von gleicher Breite ist, so hat man auch hier $R : s = p : q^2$. Da aber in jenem Canale auch $R : S = P : Q^2$ war, so folgt hieraus, daß $RQ^2 = PS$ und aus demselben Grunde, das $Rq^2 = ps$. Daraus erhält man $RQ^2 : Rq^2 = PS : ps$ oder $Q^2 : q^2 = PS : ps$ d. h. die Quadrate der Ausflußmengen sind aus dem Verhältnisse der Potenzen der Hyperboloiden und den Sinussen der Neigungswinkel zusammengesetzt.

Da nun in einem und demselben Canale $S = s$ ist; so folgt aus der obigen Proportion folgende $Q^2 : q^2 = P : p$ oder $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$ d. h. die Ausflußmengen eines und desselben Canales verhalten sich in verschiedenen Zeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Potenzen der Hyperboloiden, welche von den verschiedenen zwischen denselben Querschnitten begriffenen Wasserhöhen bewirkt werden.

Da sich nun in Canälen mit horizontalem Boden die Ursachen der beschleunigenden Bewegung, als die Vergrößerung und Verkleinerung der Druckhöhen, die größere oder geringere Entfernung der Ausflußmündungen, die Verschließung dieser indem man andere anbringt ꝛc., abändern lassen; so kann dadurch der Werth der Tangenten der Neigungswinkel, welche den beschleunigenden Kräften äquipollent sind, ebenfalls abgeändert werden. Wenn daher in einem solchen Canale der Sinus tot. $= R$, die Tangente des Neigungswinkels $= T$, die Potenz $= P$ und die Wassermenge $= Q$ gesetzt wird; so verhält sich $R : T = P : Q^2$, und wenn R, t, p, q die ähnlichen Abmessungen eines andern Canales bezeichnen, so hat man $R : t = p : q^2$. Aus jener Proportion folgt, daß $RQ^2 = PT$ aus dieser, daß $Rq^2 = pt$ sey. Daraus fließt, daß $RQ^2 : Rq^2 = PT : pt$ oder $Q^2 : q^2 = PT : pt$ sey, d. h. die Quadrate der Ausflußmengen sind aus dem

Verhältnissen der Potenzen und der Tangenten der Neigungswinkel, welche den beschleunigenden Kräften äquipollent sind, zusammengesetzt. Ist nun $T = t$, so erhält man $Q^2 : q^2 = P : p$ und $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

Wenn nun die beyden Canäle von verschiedener Breite L und l sind; so wird es genügen sich die Ausflußmengen durch die respective Breite getheilt, vorzustellen, damit Q und q die vollständigen Geschwindigkeiten ausdrucken.

Da nun in Canälen mit geneigtem Boden $R : S = P : Q^2$ und in Canälen mit horizontalem Boden $R : T = p : q^2$ hat; aus jener $RQ^2 = PS$, aus dieser Proportion aber $Rq^2 = pT$ folgt; so verhält sich auch $RQ^2 : Rq^2 = PS : pT$ oder $Q^2 : q^2 = PS : pT$ d. h. das Verhältniß der Quadrate der Ausflußmengen aus einem Canale mit geneigtem, und aus einem andern mit horizontalem Boden ist zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der Potenzen ihrer resp. Hyperboloiden und in jenem aus dem Verhältnisse des Sinus des Neigungswinkels, zu der Tangente eben dieses Neigungswinkels in diesem.

Setzt man nun $Q = q$ d. h. nimmt man an, daß sich in einem Canal der Neigungswinkel ändert, ohne daß sich die ausfließende Wassermenge verändert, so ist alsdann $PS = ps$ und $P : p = s : S$ d. h. die Potenzen der Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die verschiedenen Sinus der Neigungswinkel. Wenn nun auf gleiche Art in einem Canal mit wagrechtem Boden $Q = q$ ist, d. h. daß bey gleicher Wassermenge sich die beschleunigenden Kräfte T und t ändern können, so erhält man $PT = pt$ oder $P : p = t : T$ d. h. die Potenzen verhalten sich umgekehrt wie die beschleunigenden Kräfte.

Wenn endlich bey einem Canal mit geneigtem und bey einem andern mit horizontalem Boden $Q = q$ ist; so hat man alsdann $PS = pt$ also $P : p = t : S$ d. h. die Potenzen der respectiven Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die Tangente des äquipollenten Neigungswinkels in dem Canal mit horizontalem Boden, zum Sinus des wirklichen Neigungswinkels in einem geneigten Canale.

§. 20.

In dem Falle, wo die Abscisse x den beyden Hyperboloiden gemein ist, und die Quadrate der Ordinaten den Potenzen proportional sind d. h. $y^2 : z^2 = P : p$, so verhält sich auch $y : z = \sqrt{P} : \sqrt{p}$ und weil, wenn $S = s$ ist, auch $T = t$ oder auch $S = T$ ist; so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = P : p$ oder $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; also auch $y : z = Q : q$ d. h. die Quantitäten sind in diesem Falle den Höhen proportional.

Nach denselben Voraussetzungen von $Q^2 : q^2 = P : p$ verhält sich auch, wenn die Abscissen beyder Hyperboloiden x und u und die zugehörigen Ordinaten y und z sind, $xy^2 : uz^2 = Q^2 : q^2$ und $y\sqrt{x} : z\sqrt{u} = Q : q$. Ist nun auch $y = z$, so verhält sich $\sqrt{x} : \sqrt{u} = Q : q$ d. h die Wassermengen sind den Geschwindigkeiten proportional. Dieß war die Behauptung des H. Gennetè. Allein wenn $y = z$ ist; so schneiden sich beyde Curven bloß im äussersten Puncte der gemeinschaftlichen Ordinate. Dieses ist also der einzige Fall, in welchem sich jene Hypothese rechtfertigen läßt.

Da ferner $Q^2 : q^2 = PS : ps$ oder $= PT : pt$ oder auch $= PS : pT$, so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = xy^2S : uz^2s$ oder $= xy^2T : uz^2t$ oder $= xy^2S : uz^2T$ und wenn sich $xS : us$ wie $y^2 : z^2$ verhält; so hat man auch folgende Proportion

nehmlich $Q : q = y^2 : z^2$ d. h. die Wassermengen sind den Quadraten der Höhen proportional, und folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Höhen. Dieses ist die Hypothese des Castelli. Eben dieses wird Statt finden, wenn sich $xT : ut$ oder $xs : uT = y^2 : z^2$ verhält.

Die verschiedenen Krümmungen der Curve, welche die Oberfläche eines fließenden Wassers an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten annimmt, zeigen uns den Gang der verschiedenen Senkungen, gegen die Mündung, so wie jede kleine Erhöhung oder Erniedrigung des Wasserspiegels in der Nähe der Mündung, welche von der Vermehrung oder Verminderung des Wassers in den obern Theilen des Flusses herrührt, nach der Beobachtung des Castelli und anderer berühmten Mathematiker, eine Anzeige von einer weit größern Erhöhung oder Erniedrigung des Wassers in einer beträchtlichern Entfernung von der Mündung ist.

Da nun $RQ^2 = PS$ oder $= PT$ ist, so ist offenbar, daß wenn von den Größen R, Q, P, S oder T drey gegeben sind, auch die vierte dadurch bekannt ist und da sich in verschiedenen Canälen $Q^2 : q^2 = PS : ps$ verhält, so wird auch hier aus drey Gliedern allemahl das vierte bestimmt. Eben dieses gilt von der Proportion $Q^2 : q^2 = PT : pt$ und in dem Falle wenn $S = s$ und $T = t$ ist, verhält sich $Q^2 : q^2 = P : p$ wo drey Größen allemahl die vierte bestimmen.

Wenn also aus einem genau angestellten Versuche die Größen Q, P, S oder T bekannt sind und man in diesem Canale bey einem andern Wasserstande, zwey Querschnitte nebst deren Entfernung von einander mißt, so wird man daraus jederzeit die Potenz p und also q falls diese unbekannt wäre, bestimmen können und umgekehrt aus q wieder p und wenn man p durch das Quadrat der Höhe des Querschnittes dividirt, so wird der Quotient, dessen Entfernung vom Mittelpunct der Hyperboloide ausdrucken. Dividirt man hingegen p durch die Distanz des Querschnittes vom Mittelpuncte und ziehet aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so giebt die gefundene Zahl die neue Höhe des Flusses an.

Wenn dagegen aus der Beobachtung zweyer Querschnitte in einem Flusse oder Canale die Größen Q, P, S oder T bekannt sind, so wird man auch jederzeit die Zu- oder Abnahme der Höhen in den Querschnitten finden können, wofern nehmlich die hinzuzusetzende oder abzuziehende Größe q bekannt ist; weil alsdann auch $Q \pm q$ bekannt ist. Hat man aber die Wasserhöhen in den Querschnitten beobachtet, zu welchen eine gewisse Wassermenge hinzugesetzt oder von welcher selbige abgezogen werden muß, so wird man diese Größe leicht finden. Denn da die neue Potenz p gefunden worden, so ist auch, wenn P, p und die erste Größe Q bekannt sind, diejenige bekannt, welche noch hinzugefügt oder abgezogen werden muß d. i. $Q \pm q$.

§. 21.

Wenn man daher die mittlere Geschwindigkeit, die Wassermenge, das Gefälle des Flusses oder Canals auf eine bestimmte Strecke kennt; so weiß man auch die Kraft womit das Wasser sich längs dieser Strecke fortbewegt und man kennt auch die Kraft, eben dieses Stromes, wenn er an Wasser reicher wird; oder wenn er durch Verlängerung oder

Verhältnissen der Potenzen und der Tangenten der Neigungswinkel, welche den beschleunigenden Kräften äquipollent sind, zusammengesetzt. Ist nun $T = t$, so erhält man $Q^2 : q^2 = P : p$ und $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

Wenn nun die beyden Canäle von verschiedener Breite L und l sind; so wird es genügen sich die Ausflußmengen durch die respective Breite getheilt, vorzustellen, damit Q und q die vollständigen Geschwindigkeiten ausdrucken.

Da nun in Canälen mit geneigtem Boden $R : S = P : Q^2$ und in Canälen mit horizontalem Boden $R : T = p : q^2$ hat; aus jener $RQ^2 = PS$, aus dieser Proportion aber $Rq^2 = pT$ folgt; so verhält sich auch $RQ^2 : Rq^2 = PS : pT$ oder $Q^2 : q^2 = PS : pT$ d. h. das Verhältniß der Quadrate der Ausflußmengen aus einem Canale mit geneigtem, und aus einem andern mit horizontalem Boden ist zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der Potenzen ihrer resp. Hyperboloiden und in jenem aus dem Verhältnisse des Sinus des Neigungswinkels, zu der Tangente eben dieses Neigungswinkels in diesem.

Setzt man nun $Q = q$ d. h. nimmt man an, daß sich in einem Canal der Neigungswinkel ändert, ohne daß sich die ausfließende Wassermenge verändert, so ist alsdann $PS = ps$ und $P : p = s : S$ d. h. die Potenzen der Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die verschiedenen Sinus der Neigungswinkel. Wenn nun auf gleiche Art in einem Canal mit wagrechtem Boden $Q = q$ ist, d. h. daß bey gleicher Wassermenge sich die beschleunigenden Kräfte T und t ändern können, so erhält man $PT = pt$ oder $P : p = t : T$ d. h. die Potenzen verhalten sich umgekehrt wie die beschleunigenden Kräfte.

Wenn endlich bey einem Canal mit geneigtem und bey einem andern mit horizontalem Boden $Q = q$ ist; so hat man alsdann $PS = pt$ also $P : p = t : S$ d. h. die Potenzen der respectiven Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die Tangente des äquipollenten Neigungswinkels in dem Canal mit horizontalem Boden, zum Sinus des wirklichen Neigungswinkels in einem geneigten Canale.

§. 20.

In dem Falle, wo die Abscisse x den beyden Hyperboloiden gemein ist, und die Quadrate der Ordinaten den Potenzen proportional sind d. h. $y^2 : z^2 = P : p$, so verhält sich auch $y : z = \sqrt{P} : \sqrt{p}$ und weil, wenn $S = s$ ist, auch $T = t$ oder auch $S = T$ ist; so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = P : p$ oder $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; also auch $y : z = Q : q$ d. h. die Quantitäten sind in diesem Falle den Höhen proportional.

Nach denselben Voraussetzungen von $Q^2 : q^2 = P : p$ verhält sich auch, wenn die Abscissen beyder Hyperboloiden x und u und die zugehörigen Ordinaten y und z sind, $xy^2 : uz^2 = Q^2 : q^2$ und $y\sqrt{x} : z\sqrt{u} = Q : q$. Ist nun auch $y = z$, so verhält sich $\sqrt{x} : \sqrt{u} = Q : q$ d. h die Wassermengen sind den Geschwindigkeiten proportional. Dieß war die Behauptung des H. Gennetè. Allein wenn $y = z$ ist; so schneiden sich beyde Curven bloß im äussersten Puncte der gemeinschaftlichen Ordinate. Dieses ist also der einzige Fall, in welchem sich jene Hypothese rechtfertigen läßt.

Da ferner $Q^2 : q^2 = PS : ps$ oder $= PT : pt$ oder auch $= PS : pT$, so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = xy^2S : uz^2s$ oder $= xy^2T : uz^2t$ oder $= xy^2S : uz^2T$ und wenn sich $xS : us$ wie $y^2 : z^2$ verhält; so hat man auch folgende Proportion

nehmlich $Q : q = y^2 : z^2$ d. h. die Wassermengen sind den Quadraten der Höhen proportional, und folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Höhen. Dieses ist die Hypothese des Castelli. Eben dieses wird Statt finden, wenn sich $xT : ut$ oder $xs : uT = y^2 : z^2$ verhält.

Die verschiedenen Krümmungen der Curve, welche die Oberfläche eines fließenden Wassers an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten annimmt, zeigen uns den Gang der verschiedenen Senkungen, gegen die Mündung, so wie jede kleine Erhöhung oder Erniedrigung des Wasserspiegels in der Nähe der Mündung, welche von der Vermehrung oder Verminderung des Wassers in den obern Theilen des Flusses herrührt, nach der Beobachtung des Castelli und anderer berühmten Mathematiker, eine Anzeige von einer weit größern Erhöhung oder Erniedrigung des Wassers in einer beträchtlichern Entfernung von der Mündung ist.

Da nun $RQ^2 = PS$ oder $= PT$ ist, so ist offenbar, daß wenn von den Größen R, Q, P, S oder T drey gegeben sind, auch die vierte dadurch bekannt ist und da sich in verschiedenen Canälen $Q^2 : q^2 = PS : ps$ verhält, so wird auch hier aus drey Gliedern allemahl das vierte bestimmt. Eben dieses gilt von der Proportion $Q^2 : q^2 = PT : pt$ und in dem Falle wenn $S = s$ und $T = t$ ist, verhält sich $Q^2 : q^2 = P : p$ wo drey Größen allemahl die vierte bestimmen.

Wenn also aus einem genau angestellten Versuche die Größen Q, P, S oder T bekannt sind und man in diesem Canale bey einem andern Wasserstande, zwey Querschnitte nebst deren Entfernung von einander mißt, so wird man daraus jederzeit die Potenz p und also q falls diese unbekannt wäre, bestimmen können und umgekehrt aus q wieder p und wenn man p durch das Quadrat der Höhe des Querschnittes dividirt, so wird der Quotient, dessen Entfernung vom Mittelpunct der Hyperboloide ausdrucken. Dividirt man hingegen p durch die Distanz des Querschnittes vom Mittelpuncte und ziehet aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so giebt die gefundene Zahl die neue Höhe des Flusses an.

Wenn dagegen aus der Beobachtung zweyer Querschnitte in einem Flusse oder Canale die Größen Q, P, S oder T bekannt sind, so wird man auch jederzeit die Zu- oder Abnahme der Höhen in den Querschnitten finden können, wofern nehmlich die hinzuzusetzende oder abzuziehende Größe q bekannt ist; weil alsdann auch $Q \pm q$ bekannt ist. Hat man aber die Wasserhöhen in den Querschnitten beobachtet, zu welchen eine gewisse Wassermenge hinzugesetzt oder von welcher selbige abgezogen werden muß, so wird man diese Größe leicht finden. Denn da die neue Potenz p gefunden worden, so ist auch, wenn P, p und die erste Größe Q bekannt sind, diejenige bekannt, welche noch hinzugefügt oder abgezogen werden muß d. i. $Q \pm q$.

§. 21.

Wenn man daher die mittlere Geschwindigkeit, die Wassermenge, das Gefälle des Flusses oder Canals auf eine bestimmte Strecke kennt; so weiß man auch die Kraft womit das Wasser sich längs dieser Strecke fortbewegt und man kennt auch die Kraft, eben dieses Stromes, wenn er an Wasser reicher wird; oder wenn er durch Verlängerung oder

Verhältnissen der Potenzen und der Tangenten der Neigungswinkel, welche den beschleunigenden Kräften äquipollent sind, zusammengesetzt. Ist nun T = t, so erhält man $Q^2 : q^2 = P : p$ und $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

Wenn nun die beyden Canäle von verschiedener Breite L und l sind; so wird es genügen sich die Ausflußmengen durch die respective Breite getheilt, vorzustellen, damit Q und q die vollständigen Geschwindigkeiten ausdrucken.

Da nun in Canälen mit geneigtem Boden $R : S = P : Q^2$ und in Canälen mit horizontalem Boden $R : T = p : q^2$ hat; aus jener $RQ^2 = PS$, aus dieser Proportion aber $Rq^2 = pT$ folgt; so verhält sich auch $RQ^2 : Rq^2 = PS : pT$ oder $Q^2 : q^2 = PS : pT$ d. h. das Verhältniß der Quadrate der Ausflußmengen aus einem Canale mit geneigtem, und aus einem andern mit horizontalem Boden ist zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der Potenzen ihrer resp. Hyperboloiden und in jenem aus dem Verhältnisse des Sinus des Neigungswinkels, zu der Tangente eben dieses Neigungswinkels in diesem.

Setzt man nun $Q = q$ d. h. nimmt man an, daß sich in einem Canal der Neigungswinkel ändert, ohne daß sich die ausfließende Wassermenge verändert, so ist alsdann $PS = ps$ und $P : p = s : S$ d. h. die Potenzen der Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die verschiedenen Sinus der Neigungswinkel. Wenn nun auf gleiche Art in einem Canal mit wagrechtem Boden $Q = q$ ist, d. h. daß bey gleicher Wassermenge sich die beschleunigenden Kräfte T und t ändern können, so erhält man $PT = pt$ oder $P : p = t : T$ d. h. die Potenzen verhalten sich umgekehrt wie die beschleunigenden Kräfte.

Wenn endlich bey einem Canal mit geneigtem und bey einem andern mit horizontalem Boden $Q = q$ ist; so hat man alsdann $PS = pt$ also $P : p = t : S$ d. h. die Potenzen der respectiven Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die Tangente des äquipollenten Neigungswinkels in dem Canal mit horizontalem Boden, zum Sinus des wirklichen Neigungswinkels in einem geneigten Canale.

§. 20.

In dem Falle, wo die Abscisse x den beyden Hyperboloiden gemein ist, und die Quadrate der Ordinaten den Potenzen proportional sind d. h. $y^2 : z^2 = P : p$, so verhält sich auch $y : z = \sqrt{P} : \sqrt{p}$ und weil, wenn $S = s$ ist, auch $T = t$ oder auch $S = T$ ist; so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = P : p$ oder $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; also auch $y : z = Q : q$ d. h. die Quantitäten sind in diesem Falle den Höhen proportional.

Nach denselben Voraussetzungen von $Q^2 : q^2 = P : p$ verhält sich auch, wenn die Abscissen beyder Hyperboloiden x und u und die zugehörigen Ordinaten y und z sind, $xy^2 : uz^2 = Q^2 : q^2$ und $y\sqrt{x} : z\sqrt{u} = Q : q$. Ist nun auch $y = z$, so verhält sich $\sqrt{x} : \sqrt{u} = Q : q$ d. h die Wassermengen sind den Geschwindigkeiten proportional. Dieß war die Behauptung des H. Gennetè. Allein wenn $y = z$ ist; so schneiden sich beyde Curven bloß im äussersten Puncte der gemeinschaftlichen Ordinate. Dieses ist also der einzige Fall, in welchem sich jene Hypothese rechtfertigen läßt.

Da ferner $Q^2 : q^2 = PS : ps$ oder $= PT : pt$ oder auch $= PS : pT$, so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = xy^2S : uz^2s$ oder $= xy^2T : uz^2t$ oder $= xy^2S : uz^2T$ und wenn sich $xS : us$ wie $y^2 : z^2$ verhält; so hat man auch folgende Proportion

nehmlich $Q : q = y^2 : z^2$ d. h. die Wassermengen sind den Quadraten der Höhen proportional, und folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Höhen. Dieses ist die Hypothese des Castelli. Eben dieses wird Statt finden, wenn sich $xT : ut$ oder $xs : uT = y^2 : z^2$ verhält.

Die verschiedenen Krümmungen der Curve, welche die Oberfläche eines fließenden Wassers an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten annimmt, zeigen uns den Gang der verschiedenen Senkungen, gegen die Mündung, so wie jede kleine Erhöhung oder Erniedrigung des Wasserspiegels in der Nähe der Mündung, welche von der Vermehrung oder Verminderung des Wassers in den obern Theilen des Flusses herrührt, nach der Beobachtung des Castelli und anderer berühmten Mathematiker, eine Anzeige von einer weit größern Erhöhung oder Erniedrigung des Wassers in einer beträchtlichern Entfernung von der Mündung ist.

Da nun $RQ^2 = PS$ oder $= PT$ ist, so ist offenbar, daß wenn von den Größen R, Q, P, S oder T drey gegeben sind, auch die vierte dadurch bekannt ist und da sich in verschiedenen Canälen $Q^2 : q^2 = PS : ps$ verhält, so wird auch hier aus drey Gliedern allemahl das vierte bestimmt. Eben dieses gilt von der Proportion $Q^2 : q^2 = PT : pt$ und in dem Falle wenn $S = s$ und $T = t$ ist, verhält sich $Q^2 : q^2 = P : p$ wo drey Größen allemahl die vierte bestimmen.

Wenn also aus einem genau angestellten Versuche die Größen Q, P, S oder T bekannt sind und man in diesem Canale bey einem andern Wasserstande, zwey Querschnitte nebst deren Entfernung von einander mißt, so wird man daraus jederzeit die Potenz p und also q falls diese unbekannt wäre, bestimmen können und umgekehrt aus q wieder p und wenn man p durch das Quadrat der Höhe des Querschnittes dividirt, so wird der Quotient, dessen Entfernung vom Mittelpunct der Hyperboloide ausdrucken. Dividirt man hingegen p durch die Distanz des Querschnittes vom Mittelpuncte und ziehet aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so giebt die gefundene Zahl die neue Höhe des Flusses an.

Wenn dagegen aus der Beobachtung zweyer Querschnitte in einem Flusse oder Canale die Größen Q, P, S oder T bekannt sind, so wird man auch jederzeit die Zu- oder Abnahme der Höhen in den Querschnitten finden können, wofern nehmlich die hinzuzusetzende oder abzuziehende Größe q bekannt ist; weil alsdann auch $Q \pm q$ bekannt ist. Hat man aber die Wasserhöhen in den Querschnitten beobachtet, zu welchen eine gewisse Wassermenge hinzugesetzt oder von welcher selbige abgezogen werden muß, so wird man diese Größe leicht finden. Denn da die neue Potenz p gefunden worden, so ist auch, wenn P, p und die erste Größe Q bekannt sind, diejenige bekannt, welche noch hinzugefügt oder abgezogen werden muß d. i. $Q \pm q$.

§. 21.

Wenn man daher die mittlere Geschwindigkeit, die Wassermenge, das Gefälle des Flusses oder Canals auf eine bestimmte Strecke kennt; so weiß man auch die Kraft womit das Wasser sich längs dieser Strecke fortbewegt und man kennt auch die Kraft, eben dieses Stromes, wenn er an Wasser reicher wird; oder wenn er durch Verlängerung oder

Verhältnissen der Potenzen und der Tangenten der Neigungswinkel, welche den beschleunigenden Kräften äquipollent sind, zusammengesetzt. Ist nun $T = t$, so erhält man $Q^2 : q^2 = P : p$ und $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

Wenn nun die beyden Canäle von verschiedener Breite L und l sind; so wird es genügen sich die Ausflußmengen durch die respective Breite getheilt, vorzustellen, damit Q und q die vollständigen Geschwindigkeiten ausdrucken.

Da nun in Canälen mit geneigtem Boden $R : S = P : Q^2$ und in Canälen mit horizontalem Boden $R : T = p : q^2$ hat; aus jener $RQ^2 = PS$, aus dieser Proportion aber $Rq^2 = pT$ folgt; so verhält sich auch $RQ^2 : Rq^2 = PS : pT$ oder $Q^2 : q^2 = PS : pT$ d. h. das Verhältniß der Quadrate der Ausflußmengen aus einem Canale mit geneigtem, und aus einem andern mit horizontalem Boden ist zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der Potenzen ihrer resp. Hyperboloiden und in jenem aus dem Verhältnisse des Sinus des Neigungswinkels, zu der Tangente eben dieses Neigungswinkels in diesem.

Setzt man nun $Q = q$ d. h. nimmt man an, daß sich in einem Canal der Neigungswinkel ändert, ohne daß sich die ausfließende Wassermenge verändert, so ist alsdann $PS = ps$ und $P : p = s : S$ d. h. die Potenzen der Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die verschiedenen Sinus der Neigungswinkel. Wenn nun auf gleiche Art in einem Canal mit wagrechtem Boden $Q = q$ ist, d. h. daß bey gleicher Wassermenge sich die beschleunigenden Kräfte T und t ändern können, so erhält man $PT = pt$ oder $P : p = t : T$ d. h. die Potenzen verhalten sich umgekehrt wie die beschleunigenden Kräfte.

Wenn endlich bey einem Canal mit geneigtem und bey einem andern mit horizontalem Boden $Q = q$ ist; so hat man alsdann $PS = pt$ also $P : p = t : S$ d. h. die Potenzen der respectiven Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die Tangente des äquipollenten Neigungswinkels in dem Canal mit horizontalem Boden, zum Sinus des wirklichen Neigungswinkels in einem geneigten Canale.

§. 20.

In dem Falle, wo die Abscisse x den beyden Hyperboloiden gemein ist, und die Quadrate der Ordinaten den Potenzen proportional sind d. h. $y^2 : z^2 = P : p$, so verhält sich auch $y : z = \sqrt{P} : \sqrt{p}$ und weil, wenn $S = s$ ist, auch $T = t$ oder auch $S = T$ ist; so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = P : p$ oder $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; also auch $y : z = Q : q$ d. h. die Quantitäten sind in diesem Falle den Höhen proportional.

Nach denselben Voraussetzungen von $Q^2 : q^2 = P : p$ verhält sich auch, wenn die Abscissen beyder Hyperboloiden x und u und die zugehörigen Ordinaten y und z sind, $xy^2 : uz^2 = Q^2 : q^2$ und $y\sqrt{x} : z\sqrt{u} = Q : q$. Ist nun auch $y = z$, so verhält sich $\sqrt{x} : \sqrt{u} = Q : q$ d. h die Wassermengen sind den Geschwindigkeiten proportional. Dieß war die Behauptung des H. Gennetè. Allein wenn $y = z$ ist; so schneiden sich beyde Curven bloß im äussersten Puncte der gemeinschaftlichen Ordinate. Dieses ist also der einzige Fall, in welchem sich jene Hypothese rechtfertigen läßt.

Da ferner $Q^2 : q^2 = PS : ps$ oder $= PT : pt$ oder auch $= PS : pT$, so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = xy^2S : uz^2s$ oder $= xy^2T : uz^2t$ oder $= xy^2S : uz^2T$ und wenn sich $xS : us$ wie $y^2 : z^2$ verhält; so hat man auch folgende Proportion

nehmlich $Q : q = y^2 : z^2$ d. h. die Wassermengen sind den Quadraten der Höhen proportional, und folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Höhen. Dieses ist die Hypothese des Castelli. Eben dieses wird Statt finden, wenn sich $xT : ut$ oder $xs : uT = y^2 : z^2$ verhält.

Die verschiedenen Krümmungen der Curve, welche die Oberfläche eines fließenden Wassers an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten annimmt, zeigen uns den Gang der verschiedenen Senkungen, gegen die Mündung, so wie jede kleine Erhöhung oder Erniedrigung des Wasserspiegels in der Nähe der Mündung, welche von der Vermehrung oder Verminderung des Wassers in den obern Theilen des Flusses herrührt, nach der Beobachtung des Castelli und anderer berühmten Mathematiker, eine Anzeige von einer weit größern Erhöhung oder Erniedrigung des Wassers in einer beträchtlichern Entfernung von der Mündung ist.

Da nun $RQ^2 = PS$ oder $= PT$ ist, so ist offenbar, daß wenn von den Größen R, Q, P, S oder T drey gegeben sind, auch die vierte dadurch bekannt ist und da sich in verschiedenen Canälen $Q^2 : q^2 = PS : ps$ verhält, so wird auch hier aus drey Gliedern allemahl das vierte bestimmt. Eben dieses gilt von der Proportion $Q^2 : q^2 = PT : pt$ und in dem Falle wenn $S = s$ und $T = t$ ist, verhält sich $Q^2 : q^2 = P : p$ wo drey Größen allemahl die vierte bestimmen.

Wenn also aus einem genau angestellten Versuche die Größen Q, P, S oder T bekannt sind und man in diesem Canale bey einem andern Wasserstande, zwey Querschnitte nebst deren Entfernung von einander mißt, so wird man daraus jederzeit die Potenz p und also q falls diese unbekannt wäre, bestimmen können und umgekehrt aus q wieder p und wenn man p durch das Quadrat der Höhe des Querschnittes dividirt, so wird der Quotient, dessen Entfernung vom Mittelpunct der Hyperboloide ausdrucken. Dividirt man hingegen p durch die Distanz des Querschnittes vom Mittelpuncte und ziehet aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so giebt die gefundene Zahl die neue Höhe des Flusses an.

Wenn dagegen aus der Beobachtung zweyer Querschnitte in einem Flusse oder Canale die Größen Q, P, S oder T bekannt sind, so wird man auch jederzeit die Zu- oder Abnahme der Höhen in den Querschnitten finden können, wofern nehmlich die hinzuzusetzende oder abzuziehende Größe q bekannt ist; weil alsdann auch $Q \pm q$ bekannt ist. Hat man aber die Wasserhöhen in den Querschnitten beobachtet, zu welchen eine gewisse Wassermenge hinzugesetzt oder von welcher selbige abgezogen werden muß, so wird man diese Größe leicht finden. Denn da die neue Potenz p gefunden worden, so ist auch, wenn P, p und die erste Größe Q bekannt sind, diejenige bekannt, welche noch hinzugefügt oder abgezogen werden muß d. i. $Q \pm q$.

§. 21.

Wenn man daher die mittlere Geschwindigkeit, die Wassermenge, das Gefälle des Flusses oder Canals auf eine bestimmte Strecke kennt; so weiß man auch die Kraft womit das Wasser sich längs dieser Strecke fortbewegt und man kennt auch die Kraft, eben dieses Stromes, wenn er an Wasser reicher wird; oder wenn er durch Verlängerung oder

Verhältnissen der Potenzen und der Tangenten der Neigungswinkel, welche den beschleunigenden Kräften äquipollent sind, zusammengesetzt. Ist nun $T = t$, so erhält man $Q^2 : q^2 = P : p$ und $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

Wenn nun die beyden Canäle von verschiedener Breite L und l sind; so wird es genügen sich die Ausflußmengen durch die respective Breite getheilt, vorzustellen, damit Q und q die vollständigen Geschwindigkeiten ausdrucken.

Da nun in Canälen mit geneigtem Boden $R : S = P : Q^2$ und in Canälen mit horizontalem Boden $R : T = p : q^2$ hat; aus jener $RQ^2 = PS$, aus dieser Proportion aber $Rq^2 = pT$ folgt; so verhält sich auch $RQ^2 : Rq^2 = PS : pT$ oder $Q^2 : q^2 = PS : pT$ d. h. das Verhältniß der Quadrate der Ausflußmengen aus einem Canale mit geneigtem, und aus einem andern mit horizontalem Boden ist zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der Potenzen ihrer resp. Hyperboloiden und in jenem aus dem Verhältnisse des Sinus des Neigungswinkels, zu der Tangente eben dieses Neigungswinkels in diesem.

Setzt man nun $Q = q$ d. h. nimmt man an, daß sich in einem Canal der Neigungswinkel ändert, ohne daß sich die ausfließende Wassermenge verändert, so ist alsdann $PS = ps$ und $P : p = s : S$ d. h. die Potenzen der Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die verschiedenen Sinus der Neigungswinkel. Wenn nun auf gleiche Art in einem Canal mit wagrechtem Boden $Q = q$ ist, d. h. daß bey gleicher Wassermenge sich die beschleunigenden Kräfte T und t ändern können, so erhält man $PT = pt$ oder $P : p = t : T$ d. h. die Potenzen verhalten sich umgekehrt wie die beschleunigenden Kräfte.

Wenn endlich bey einem Canal mit geneigtem und bey einem andern mit horizontalem Boden $Q = q$ ist; so hat man alsdann $PS = pt$ also $P : p = t : S$ d. h. die Potenzen der respectiven Hyperboloiden verhalten sich umgekehrt, wie die Tangente des äquipollenten Neigungswinkels in dem Canal mit horizontalem Boden, zum Sinus des wirklichen Neigungswinkels in einem geneigten Canale.

§. 20.

In dem Falle, wo die Abscisse x den beyden Hyperboloiden gemein ist, und die Quadrate der Ordinaten den Potenzen proportional sind d. h. $y^2 : z^2 = P : p$, so verhält sich auch $y : z = \sqrt{P} : \sqrt{p}$ und weil, wenn $S = s$ ist, auch $T = t$ oder auch $S = T$ ist; so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = P : p$ oder $Q : q = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; also auch $y : z = Q : q$ d. h. die Quantitäten sind in diesem Falle den Höhen proportional.

Nach denselben Voraussetzungen von $Q^2 : q^2 = P : p$ verhält sich auch, wenn die Abscissen beyder Hyperboloiden x und u und die zugehörigen Ordinaten y und z sind, $xy^2 : uz^2 = Q^2 : q^2$ und $y\sqrt{x} : z\sqrt{u} = Q : q$. Ist nun auch $y = z$, so verhält sich $\sqrt{x} : \sqrt{u} = Q : q$ d. h die Wassermengen sind den Geschwindigkeiten proportional. Dieß war die Behauptung des H. Gennetè. Allein wenn $y = z$ ist; so schneiden sich beyde Curven bloß im äussersten Puncte der gemeinschaftlichen Ordinate. Dieses ist also der einzige Fall, in welchem sich jene Hypothese rechtfertigen läßt.

Da ferner $Q^2 : q^2 = PS : ps$ oder $= PT : pt$ oder auch $= PS : pT$, so verhält sich auch $Q^2 : q^2 = xy^2 S : uz^2 s$ oder $= xy^2 T : uz^2 t$ oder $= xy^2 S : uz^2 T$ und wenn sich $xS : us$ wie $y^2 : z^2$ verhält; so hat man auch folgende Proportion

nehmlich $Q : q = y^2 : z^2$ d. h. die Wassermengen sind den Quadraten der Höhen proportional, und folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Höhen. Dieses ist die Hypothese des Castelli. Eben dieses wird Statt finden, wenn sich $xT : ut$ oder $xs : uT = y^2 : z^2$ verhält.

Die verschiedenen Krümmungen der Curve, welche die Oberfläche eines fließenden Wassers an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten annimmt, zeigen uns den Gang der verschiedenen Senkungen, gegen die Mündung, so wie jede kleine Erhöhung oder Erniedrigung des Wasserspiegels in der Nähe der Mündung, welche von der Vermehrung oder Verminderung des Wassers in den obern Theilen des Flusses herrührt, nach der Beobachtung des Castelli und anderer berühmten Mathematiker, eine Anzeige von einer weit größern Erhöhung oder Erniedrigung des Wassers in einer beträchtlichern Entfernung von der Mündung ist.

Da nun $RQ^2 = PS$ oder $= PT$ ist, so ist offenbar, daß wenn von den Größen R, Q, P, S oder T drey gegeben sind, auch die vierte dadurch bekannt ist und da sich in verschiedenen Canälen $Q^2 : q^2 = PS : ps$ verhält, so wird auch hier aus drey Gliedern allemahl das vierte bestimmt. Eben dieses gilt von der Proportion $Q^2 : q^2 = PT : pt$ und in dem Falle wenn $S = s$ und $T = t$ ist, verhält sich $Q^2 : q^2 = P : p$ wo drey Größen allemahl die vierte bestimmen.

Wenn also aus einem genau angestellten Versuche die Größen Q, P, S oder T bekannt sind und man in diesem Canale bey einem andern Wasserstande, zwey Querschnitte nebst deren Entfernung von einander mißt, so wird man daraus jederzeit die Potenz p und also q falls diese unbekannt wäre, bestimmen können und umgekehrt aus q wieder p und wenn man p durch das Quadrat der Höhe des Querschnittes dividirt, so wird der Quotient, dessen Entfernung vom Mittelpunct der Hyperboloide ausdrucken. Dividirt man hingegen p durch die Distanz des Querschnittes vom Mittelpuncte und ziehet aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so giebt die gefundene Zahl die neue Höhe des Flusses an.

Wenn dagegen aus der Beobachtung zweyer Querschnitte in einem Flusse oder Canale die Größen Q, P, S oder T bekannt sind, so wird man auch jederzeit die Zu- oder Abnahme der Höhen in den Querschnitten finden können, wofern nehmlich die hinzuzusetzende oder abzuziehende Größe q bekannt ist; weil alsdann auch $Q \pm q$ bekannt ist. Hat man aber die Wasserhöhen in den Querschnitten beobachtet, zu welchen eine gewisse Wassermenge hinzugesetzt oder von welcher selbige abgezogen werden muß, so wird man diese Größe leicht finden. Denn da die neue Potenz p gefunden worden, so ist auch, wenn P, p und die erste Größe Q bekannt sind, diejenige bekannt, welche noch hinzugefügt oder abgezogen werden muß d. i. $Q \pm q$.

§. 21.

Wenn man daher die mittlere Geschwindigkeit, die Wassermenge, das Gefälle des Flusses oder Canals auf eine bestimmte Strecke kennt; so weiß man auch die Kraft womit das Wasser sich längs dieser Strecke fortbewegt und man kennt auch die Kraft, eben dieses Stromes, wenn er an Wasser reicher wird; oder wenn er durch Verlängerung oder

Verkürzung des nachfolgenden oder vorhergehenden Theiles des Flußbettes oder auf eine andere uns bekannte Art das natürliche Gefälle ab- oder zunimmt. Wenn man nun aus zuverläßigen Beobachtungen weiß, daß eine bestimmte Strecke des Flusses in solchen Zustand versetzt worden ist, worin er einen bestimmten Grad der Kraft hat, daß er eine gewisse, das Wasser trübende Masse oder sonst andere Materien mit sich fortführen kann; so wird man mit einigem Grunde urtheilen können, ob er in einem andern Zustande dasselbe leisten wird und um wie viel seine Kraft geschwächt oder vermehrt wird, wenn sein Gefälle zu- oder abnimmt.

Wenn nun diese Theorien mit sichern Erfahrungen über die besondern Umstände auf eine bestimmte Strecke des Flusses begleitet werden; so wird man sichere Gründe haben, die Wirkungen des Flusses beurtheilen zu können, in welche Umstände er auch immer versetzt werden mag. Ich lasse mich bey einer so viel umfassenden Materie auf weitere Betrachtungen und Beyspiele nicht ein. Denn für Erfahrne und Sachkundige glaube ich genug gesagt zu haben. Und diejenigen, welche unter deren Zahl nicht gehören, sollten sich billiger Weise damit nicht befassen, weil Irrthümer in diesen Dingen so wohl für das allgemeine Beste als für Privatpersonen mit zu vielen nachtheiligen und schädlichen Folgen begleitet sind.

Dritter Abschnitt.

Beobachtungen über die Bewegung des durch den Regulator fließenden Wassers.

§. 22.

In den verschiedenen im verflossenen Jahre mit dem Regulator angestellten Versuchen, zeigten sich bey dem unter dem Schutzbrette durchfließenden Wasser, einige Erscheinungen, welche unserer Aufmerksamkeit wohl werth sind. Da wir uns hier aber nicht von dem vorgesetzten Ziele, nehmlich der Bestimmung der Geschwindigkeit und der Quantität der fließenden Gewässer entfernen wollen; so wollen wir die Mittheilung jener Bemerkung bis auf eine andere Zeit ausgesetzt seyn lassen. Sie beruhen hauptsächlich auf zwey Stücken: erstens, darauf, daß wenn das Wasser, welches unter dem Schutzbrette mit der größten Geschwindigkeit durchschießt, selbiges im Fortgange durch den horizontalen Canal wegen des beständigen Widerstandes des Bodens und der Seitenwände aufgehalten wird, wodurch der Wasserspiegel in die Höhe getrieben und ansteigend gemacht wird, welches sich leicht begreifen läßt. Indeß muß durch jeden Querschnitt dieselbe Wassermenge fließen, und daher müssen, welches etwas Befremdendes an sich zu haben scheint, die Höhen wachsen, indem die mittlere Geschwindigkeit abnimmt. Das andere beruhet darauf, daß, wenn das Wasser eine gewisse Strecke fortgegangen ist, bis es sich nicht mehr mit ei-

ner so großen Geschwindigkeit bewegt, alsdann auch die Kraft, womit das vorangehende Wasser fortgetrieben wird, abnimmt. Es erfolgt alsdann zwischen beyden, so zu sagen ein sichtbares Widerspiel. Dieses giebt sich durch das Anschwellen der vorhergehenden höhern Theile über die nachfolgenden niedrigern in der Art zu erkennen, daß jene das Wasser nach der Schutzöffnung zurückdrängen, dieses aber selbiges zu entfernen streben, welches so lange fortdauert bis sich die Kräfte gegen einander aufheben und das angelaufene Wasser in seiner Lage, wie im Gleichgewicht, zwischen den Kraften befindlich ist.

Erster Versuch.

Am 26sten Oct. des Jahres 1768 waren die Höhen an den vier Scalen 12^{II}. 11^{III}.; 12^{II}. 7^{III}.; 11^{II}. 7^{III}.; 9^{II}. 8^{III}. Das Schutzbrett wurde herabgelassen, so, daß das Wasser durch eine 6^{II} hohe Oeffnung strömte. Das Wasser schwoll bis zu einer Höhe von 22^{II}. 6^{III}. an und die Höhe des Druckwassers betrug 16^{II}. 6^{III}.

Unter diesen Umständen betrug die Wasserhöhe bey der nächsten nehmlich der dritten Scale, welche 7 Fuß 6 Zolle von dem Schutzbrette entfernt war, nicht mehr als 4^{II}. 6^{III}. Ferner 5^{II}. 3^{III}. zwanzig Fuß weit vom Schutzbrette und bey der letzten Scale 9^{II}. 8^{III}. und dieser Aufstau erhielt sich 25^{I}. 6^{II}. weit vom Schutzbrette.

Die hier vermittelst des Regulators berechnete Wassermenge, wurde 6^{cI}. 0^{sI}. 3^{bI}., da doch nach dem dritten Versuch in (§. 10.) die wirkliche Wassermenge etwas weniger als 5^{cI}. 10^{sI}. 9^{bI}. seyn sollte, oder vermittelst der Berechnung der beyden untern Scalen 5^{cI}. 10^{sI}. 7^{bI}.

Zweyter Versuch.

Am 16ten Sept. war die Höhe der Schutzöffnung 5 Zolle; die ganze Wasserhöhe aber vom Boden bis an den Wasserspiegel 21^{II}. 2^{III}., dadurch erhielt das Druckwasser eine Höhe von 16^{II}. 2^{III}. Indeß betrug die Höhe an der nächsten d. i. dritten Scale 4 Zoll, bey der vierten und letzten Scale 9 Zoll, ohne daß man hier irgend ein Anschwellen des Wassers wahrnehmen konnte.

Dritter Versuch.

Am 26sten Oct. fanden sich an den 4 Scalen folgende Höhen 11^{II}. 0^{III}.; 10^{II}. 6^{III}.; 9^{II}. 9^{III}.; 8^{II}. 0^{III}. Die Schutzöffnung war 5 Zoll hoch und das Wasser erhob sich gegen das Schutzbrett 17^{II}. 3^{III}. Hieraus entstand für das Druckwasser eine Höhe von 12^{II}. 3^{III}. Die Höhe des fließenden Wassers an der nächsten dritten Scale betrug nur 3^{II}. 10^{III}. und der Aufstau des Wassers erstreckte sich auf eine Entfernung von 15 Fuß.

Die nach diesen Angaben berechnete Wassermenge betrug 4^{cI}. 4^{sI}. 4^{bI}. 6^{cII}. in jeder Secunde, welche mit der (in den 7ten Versuch des 10. §.) auf eine andere Art gefundene Zahl ziemlich genau übereinstimmt.

Vierter Versuch.

Unter denselben Höhen des fließenden Wassers ließ man an eben dem Tage, der Schutzöffnung nur eine Höhe von 4 Zollen. Hiermit betrug die gesammte Wasserhöhe 23''. 9'''. und also das Druckwasser 19''. 9'''. An der nächsten Scale war die Höhe 3''. 2'''., nach einem Abstande von 12 Fuß war die beobachtete Höhe 3''. 6''' und an der letzten Scale erhielt es sich beständig in einer Höhe von 8 Zollen, der Aufstau erstreckte sich von dem Schutzbrette bis auf eine Weite von 30 Fuß.

Die aus diesen Angaben berechnete Wassermenge belief sich auf 4c'. 4''.

Fünfter Versuch.

An demselben Tage ließ man der Schutzöffnung eine Höhe von 3''. Das Wasser erhob sich vor dem Schutzbrette 28''. und das Druckwasser betrug demnach 25''. An der nächsten Scale betrug die Höhe des fließenden Wassers 2''. 6'''. und die Entfernung des Anschwellens erstreckte sich auf etwa 30 Fuß.

Da nun den 26 Sept. die Wasserhöhen an den vier Scalen 10''. 4'''.; 10''. 1'''.; 9''. 4'''.; 8''. '''.; betrugen, so ließ man der Schutzöffnung eine Höhe von 3 Zollen. Hiermit belief sich die gesammte Höhe auf 26'', die Höhe des Druckwassers auf 23''. und das Anschwellen des Wassers erstreckte sich auf eine Weite von 30 Fuß. Sowohl aus dieser als aus den Angaben der folgenden Versuche sind die Wassermengen nicht berechnet, weil sie nicht so angestellt sind, wie es wegen eines solchen Erfolges erfordert wird.

Sechster Versuch.

Da am 26sten Oct. 1768 die Höhen an den vier Scalen 8''. 6'''.; 8''. 0'''.; 7''. 5'''.; 6''. 1'''. ausmachten, und unter dem Schutzbrette eine Höhe von 2 Zoll blieb; so betrug die gesammte Wasserhöhe 22''. 6'''. und also das Druckwasser 20''. 6'''. An der nächsten Scale fand man eine Höhe von 10'' und 16 Fuß vom Schutzbrette war sie 2''. 4'''. und das Anschwellen dehnte sich 18' weit aus. Auch am 6sten Sept. war die Höhe der Schutzöffnung 2 Zolle. Die gesammte Höhe des zurückgehaltenen Wassers 24''. 3'''., die Höhen an der nächsten und letzten Scale machten 2''. 6'''. und 4''. und das angeschwollene Wasser war auf eine Weite von 47 Fuß sichtbar.

In dem vorigen Jahre, nehmlich 1767, wurden zwar auch schon einige Versuche dieser Art angestellt, allein diese können hier nicht mit aufgenommen werden; weil damahls der Boden des Canales nicht völlig horizontal sondern etwas in die Höhe ging.

Als man am 22sten Oct. der Schutzöffnung nur eine Höhe von 3''. ließ; so machte die gesammte Wasserhöhe 15''. 8'''., also stand das Wasser 12''. 8'''. hoch. Unter diesen Umständen konnte man das Anschwellen des Wassers 45 Fuß weit vom Schutzbrette bemerken. Da nun dasselbe noch einen Zoll tiefer herabgelassen wurde, so betrug die gesammte Höhe 23''., das Druckwasser 21''. und der Aufstau erstreckte sich 9'. 6''. weit vom Schutzbrette. Während der ganzen Dauer dieser Versuche stand das Wasser an der letzten Scale 7''. 3'''. hoch.

Siebenter Versuch.

Im Jahre 1769 wurden folgende Versuche angestellt:

Am 27sten Sept. waren die Höhen an den 4 Scalen 12^{II}. 0^{III}.; 11^{II}. 6^{III}.; 10^{II}. 9^{III}.; 8^{II}. 3^{III}. Die Höhe der Schutzöffnung des Regulators betrug 4 Zolle. Nach einer gewissen Zeit erhob sich das Wasser gegen das Schutzbrett 27 Zoll hoch und dieser Aufstau verbreitete sich über 45 Fuß 9 Zoll.

Nach der vermittelst des Regulators angestellte Berechnung der wirklichen Wassermenge, wurde selbige 4^{cI}. 6^{sI}. 2^{bI}. und vermittelst der beyden letzten Scalen 4^{cI}. 7^{sI}. 6^{bI}. gefunden.

Achter Versuch.

Am 19ten Oct. waren die Höhen an den 4 Scalen 13^{II}. 9^{III}.; 13^{II}. 0^{III}.; 12^{II}. 8^{III}.; 10^{II}. 4^{III}. Man bediente sich bey der zweyten Scale der Pitotschen Röhre, welche man vier Mahl in der Mitte und eben so oft an der Seitenwand in einem Abstande von 4 zu 4 Zollen eingesenkte, so, daß von dem Boden angefangen wurde. Die ganzen Höhen in der Mitte betrugen 14^{II}.; 14^{II}. 8^{III}.; 15^{II}. 4^{III}. und an der Seitenwand 15^{II}. 9^{III}.; 14^{II}. 3^{III}.; 14^{II}. 8^{III}.; 14^{II}. 6^{III}. Daher erhält man für das arithm. Mittel aller Höhen 14^{II}. 5^{III}. 8^{IV}. oder 14^{II}. 6^{III}. Ziehet man nun hiervon die eigentliche Wasserhöhe ab; so bleibt für die mittlere Höhe in der Pitotschen Röhre über dem Wasserspiegel 1^{II}. 6^{III}., wozu eine Geschwindigkeit von 2^{I}. 9^{II}. in einer Secunde gehört. Multiplicirt man nun diese Zahl mit dem Flächeninhalte des Querschnittes von 2^{qI}. 2^{rI}.; so erhält man für die wirkliche Wassermenge in einer Secunde 5^{cI}. 11^{sI}. 6^{bI}.

Geschieht nun die Rechnung vermittelst der dritten und vierten Scale, so findet man die wirkliche Wassermenge 6^{cI}. 0^{sI}. 8^{bI}.

Geschiehet nun die Berechnung der Wassermenge vermittelst des Regulators, wo die ganze Höhe des gegen das Schutzbrett aufgestauten Wassers 22^{II}. 2^{III}. und die Höhe der Schutzöffnung 5^{II}. betrug; so findet man die Wassermenge 5^{cI}. 6^{sI}. 6^{bI}. und das Anschwellen erstreckte sich 2 Fuß 7 Zoll weit vom Schutzbrette.

Wenn nun das Wasser hierauf in die Ansammlungsbehälter floß; so hatte man in einer Zeit von 4 Minuten 1426 Cubf., eine Zahl welche durch 240 als die Secundenzahl dividirt, die Ausflußmenge von 5^{cI}. 11^{sI}. 3^{bI}. in einer Secunde giebt.

Neunter Versuch.

Am 20sten Oct. waren die Höhen an den 4 Scalen 8^{II}. 6^{III}.; 8^{II}. 2^{III}.; 7^{II}. 9^{III}.; 6^{II}. 3^{III}. Das in die Ansammlungsbehälter während 9 Minuten abgeflossene Wasser betrug 1527 Cubf. Dividirt man diese Menge durch 540 Secunden; so erhält man für die wirkliche Wassermenge in jeder Secunde 2^{cI}. 10^{sI}. Berechnet man diese vermittelst der beyden letzten Scalen, so findet man für jede Secunde 2^{cI}. 11^{sI}. 3^{bI}.

§. 23. Anmerkungen.

1) Ausser der ansteigenden Oberfläche des fließenden Wassers ausserhalb des Schutzbrettes, ist es offenbar, daß zwischen dem nachfolgenden schnellern und der vorhergehenden langsamern ein Widerspiel erfolgen muß, so oft das nachfolgende nicht mehr stark genug ist das andere vor sich fortzutreiben; nur ist es nicht so leicht zu bestimmen, wo und wenn dieser Umstand eintritt. Denn das Gleichgewicht hängt hier von zwey Kräften ab, deren Größe sich nicht ohne viele Schwierigkeit bestimmen läßt. Die eine rührt von dem durch die Schutzöffnung strömenden Wasser ab die in eben dem Maße zunimmt, als das Wasser hinter dem Schutzbrette anschwillt, die aber auch zu gleicher Zeit durch den Widerstand, welchen das Wasser bey dem Durchgange durch die Oeffnung und an dem Boden und den Seitenwänden findet, noch mehr aber durch die große vor sich liegende oder langsamer bewegte Wassermenge, verringert wird. Die andere Kraft rührt von dem vorhergehenden Wasser selbst her, welches erst mancherley Hindernisse besiegen muß, bevor es einen bestimmten Lauf annehmen kann. Indeß bemerke man auch hier, was ich schon an einer andern Stelle berührt habe, daß nehmlich das fließende Wasser seine Geschwindigkeit leicht ändert, indem es allen uns bekannten Naturgesetzen unterworfen ist und es daher überhaupt sehr schwer wird, diesen Gegenstand einer allgemeinen und sichern Theorie zu unterwerfen. Daher wollen wir diese Bemerkungen noch ein wenig weiter fortsetzen.

2) Die ansteigende Wasserfläche, welche durch die gleichförmig verzögerte Bewegung entsteht, muß genau die Gestalt einer Hyperboloide annehmen, welche derjenigen entgegengesetzt ist, die sich durch die gleichförmig beschleunigte Bewegung auf entgegengesetzte Art bildet, indem auch hier, durch jeden Querschnitt dieselbe Wassermenge fließt. Auch läßt sich eine solche Hyperboloide auf dieselbe Art bestimmen, nehmlich vermittelst zweyer beobachteten Höhen und deren Distanz, welche im Zwischenraume der regulären Verzögerung angenommen wird, und wo die größte Erhebung über den Boden mit dem aufschwellenden Wasser zusammenfällt.

3) Wenn nun im stillstehenden Wasser eines Behälters oder Canales das Schutzbrett FH (Fig. 40.) nicht bis an den Boden CD, sondern nur bis auf eine gewisse Tiefe GH unter dem Wasserspiegel AG herabgelassen wird; so ist offenbar, daß der Wasserspiegel auf beyden Seiten AG und GB eine horizontale Fläche bilden wird. Allein wenn das Wasser von dem obern Theile AG mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen den untern Theil BD fortströmt, so wird alsdann das herabgelassene Schutzbrett die freye Bewegung des obern Theiles in AH hindern und nur der untere Theil CH, wird seine Bewegung durch die Schutzöffnung LH ungehindert, wiewohl mit einiger von der anfänglichen etwas verschiedenen Geschwindigkeit, fortsetzen. Denn nimmt man den freyen Lauf des Wassers nach Herablassung des Schutzbrettes als beständig an, und kann sich alsdann das Wasser nicht mehr durch den ganzen Querschnitt ergießen, so ist nothwendig, daß das aufgehaltene Wasser anschwillt und sich erhebt, in so weit es die Seitenwände gestatten, ohne daß dasselbe überläuft oder eine andere Richtung nimmt. Dieses Anschwellen aber

aber ist doch durch die Druckhöhe oder das, die Geschwindigkeit erzeugende Gefälle, in bestimmte Grenzen eingeschlossen und muß in EF aufhören, wo die wirkliche Vergrößerung des Druckes die erste Geschwindigkeit in HL so sehr vermehrt, daß alles Wasser, welches durch den freyen Querschnitt geht, sich unter dieser Höhe gleichförmig ergießen kann. In diesem Falle verhält sich die vermehrte Geschwindigkeit, zu der anfänglichen wie GL zu HL.

4) In einem freyen Querschnitte, der, wie beym stillstehenden Wasser, unmittelbar unter dem Wasserspiegel befindlich ist, beträgt der Mittelpunct der Geschwindigkeit, vier Neuntel von der gesammten Tiefe unter der horizontalen Oberfläche. Bey denjenigen freyen Querschnitten, welche in einiger Entfernung unter dem Wasserspiegel liegen, nähert sich der Mittelpunct der Geschwindigkeit der halben Tiefe, ohne doch je diese Hälfte völlig zu erreichen. Daher kann man bey geneigten Canälen und dem Regulator, da, wo die Höhe der Schutzöffnung viel kleiner ist, als die Höhe des Druckwassers, ohne Gefahr eines merklichen Irrthumes, die mittlere Geschwindigkeit, bis auf die halbe Höhe setzen. Dieses ist eine bekannte Sache. Allein um derentwillen, welche sie nicht genau kennen, setze man die Höhe der Schutzöffnung 3, des Druckwassers 6, und also das vor dem Schutzbrette aufgestaute und zurückgehaltene Wasser 9 dergleichen Theile. Nach einer völlig geometrischen Methode beträgt nun die gesammte Geschwindigkeit etwas mehr als $8\frac{1}{5}$, und die mittlere etwas weniger als $2\frac{3}{4}$. Nach der vorher gemachten Bemerkung aber, beträgt jene $8\frac{19}{100}$ und diese $2\frac{73}{100}$. Diese Zahlen sind zwar nicht so genau, als die vorigen, allein die Abweichung ist desto geringer, je größer die Höhe des Druckwassers gegen die Höhe der Schutzöffnung ist.

5) Wenn das unter dem Schutzbrette ausströmende Wasser, seinen Lauf in einem geneigten Gerinne fortsetzt, so, daß die von dem Gefälle erzeugte Geschwindigkeit, durch die sich der Bewegung entgegen stellenden Hindernisse aufgehoben wird; so ist offenbar, daß dasselbe seinen Lauf mit der unter dem Schußbrette gehabten Geschwindigkeit fortsetzt, und daß diese desto größer wird, je größer der Abhang des Bodens ist, welches aber nicht Statt fände, wenn sich das Wasser längst einen horizontalen Boden fortbewegen sollte. Weil nun hier mehrere Fälle vorkommen können; so wollen wir hier, einen nach dem andern mit dem Bemerken durchgehen, daß man dasjenige, was hier von dem unter dem Schutzbrette fortströmenden Wasser gesagt wird, auch von jedem andern Wasser zu verstehen ist, was sich durch eine gegebene Oeffnung eines Behälters so ergießt, daß der Wasserspiegel beständig in derselben horizontalen Lage bleibt, indem der Fall wo das Druckwasser in geringerer oder größerer Menge oder gar nicht vorhanden ist, doch mit unter der allgemeinen Regel der freyen Bewegung des Wassers, enthalten ist.

6) Ein Canal mit horizontalem Boden kann mehr oder weniger ausgedehnt, und an seinem Ende verschlossen oder zum Theil oder ganz geöffnet seyn. In dem letzteren Falle erhellet es theils aus den angeführten Erfahrungen, theils aus Gründen der Vernunft, daß, je länger ausser den andern widerstehenden Kräften der Weg ist, desto mehr Hindernisse zu überwinden sind, und daß die Masse, welche das in den Canal eintretende Wasser, vor sich forttreiben muß, desto größer ist. Daher wird

sich das Wasser weit langsamer bewegen, als mit der mittlern Geschwindigkeit d. h. mit $\frac{4}{9}$ der Wasserhöhe wie es nach der gewöhnlichen Theorie seyn sollte. Dieses läßt sich nicht bestätigen; auch haben wir aus den oben beschriebenen Versuchen gesehen, daß wenn die Druckhöhe gegen den obern Theil des Zuführungscanales, zehn, zwölf und mehrere Zoll betrug, alsdann das Wasser sich mit einer Geschwindigkeit bewegte, welche mit einer Fallhöhe von einem Zolle, bisweilen von einigen Linien zusammengehörte. Auch kann man hierauf nicht erwiedern, daß so wie die gefundene Wassermenge nach dem Verhältnisse von $\frac{1}{1\frac{1}{8}}$ reducirt werden muß; so muß auch das Gefälle nach dem Quadrate von $\frac{1}{1\frac{1}{8}}$ d. i. nach $\frac{1}{3}\frac{2}{2}\frac{1}{4}$ reducirt werden, oder mit andern Worten man müsse von $\frac{4}{9}$ der Wasserhöhe den $\frac{1}{3}\frac{2}{2}\frac{1}{4}$ Theil nehmen, und dieses würde nichts anders heißen als $\frac{1}{1\frac{1}{8}}$ von der gefundenen Wassermenge nehmen, welches nur dann geschehen kann, wenn man die größte Geschwindigkeit in Rechnung bringt, wie solches auch an einem andern Orte ist erkläret worden.

7) In diesen Fällen ist es nützlich aus irgend einer Erfahrung zu wissen, um wie viel die erste Geschwindigkeit eines gegebenen Wasserkörpers wegen der Reibungen am Boden und an den Seitenwänden, nachdem derselbe einen bestimmten Raum beschrieben hat, vermindert worden ist, um hieraus bestimmen zu können, um wie viel ein anderer Wasserkörper, der unter denselben Umständen einen gewissen Raum beschrieben hat, von seiner anfänglichen Geschwindigkeit verlieren muß. Vorausgesetzt daß die verlorenen Geschwindigkeiten in einem Verhältnisse stehen, welches aus den anfänglichen Geschwindigkeiten, aus den zurückgelegten Wegen und aus den Wasserhöhen umgekehrt zusammengesetzt ist, und daß V die anfängliche, v die übriggebliebene Geschwindigkeit, A die Höhe des Wassers am Anfange seines Laufes wo es in den Canal tritt und S den beschriebenen Raum bezeichnet, so verhält sich die verringerte Geschwindigkeit $V - v$ wie $\frac{VS}{A}$. Wenn daher V, v, S, A aus irgend einer Erfahrung bekannt und U, u, s, a die ähnlichen Größen für einen andern Fall bezeichnen, so verhält sich $V - v : U - u = \frac{VS}{A} : \frac{Us}{a}$. Wenn daher eine von den Größen U, u, s, a unbekannt ist; so kann selbige aus der zum Grunde liegenden Erfahrung und aus den andern Datis bestimmt werden.

8) Wenn nun das Ende eines Canals mit horizontalem Boden fest verschlossen ist; so wird das dahin gelangte und dadurch in seinem Laufe gehemmte Wasser gegen die Wand drücken, womit das Ende des Canals verschlossen ist und die ganze Masse wird sich von dem darüber und dazu kommenden Wasser, immer mehr an dieser Wand aufstauen und ein Bestreben äussern wieder an den Anfang zurück zu kehren, wenn es dort höher als hier steht. Indeß wird sich der Canal zwischen beyden dergestalt füllen, daß der Anfang des Gefälles und die höchste Stelle des an dem Schutzbrette aufgestaunten Wassers in derselben Horizontalfläche liegt. Hier wird nun jede fortschreitende Bewegung aufhören, so, als wenn das Wasser an beyden Stellen ins Gleichgewicht gesetzt wäre.

Wenn sich nun das Wasser über das Hinderniß (l'ostacolo) [wie bey Ueberfällen in den Flüssen] erhebt; so ist deutlich, daß das Wasserparallelepipedum

welches den horizontalen Boden des Canals zur Grundfläche und mit dem gedachten Hinderniß einerley Höhe hat, sich nicht weiter wird fortbewegen können, ob es gleich von dem obern Theile nicht in einer vollkommenen Ruhe gelassen wird, indem man an denjenigen, welche dem Hindernisse am nächsten sind, eine merkliche Geschwindigkeit wahrnehmen kann, womit dasselbe über den Scheitel dieses Hindernisses herabfällt. Bey dieser Gelegenheit haben wir beobachtet, daß die Oberfläche des an dem gedachten Hindernisse aufgestauten Wassers gegen die Mündung eine gewisse Neigung habe. Dieses wurde besonders am 26sten Oct. 1767 beobachtet, wo das Wasser an der ersten Scale unter einer Höhe von 8''., an der letzten unter einer Höhe von 6''. 6'''. floß und wo der kleine Canal mit einem Brettchen, welches in den letzten Einschnitt gesetzt und vom Schutzbrette 49'. 10''. und von der letzten Scale 2'. 8''. 6'''. entfernt war, verschlossen wurde. Die Höhe dieses Brettchens über dem Boden betrug 12''. 4'''. Hierauf erhob sich das Wasser so weit, daß es sich über diesen Widerstand in einer Höhe von 4''. 6'''. gleichmäßig ergoß. Freylich ist zwar wahr, daß ein gewisser Theil des Wassers durch die Zwischenräume drang; jedoch schien es nicht, daß dadurch die erste freye Höhe von 6''. 6'''. so sehr vermindert werden konnte. Daher kam man auf die Gedanken die Ursache aufzusuchen, vermöge welcher eine solche Verringerung der Höhe über dem Widerstande herrühren könnte, welcher doch so groß war, daß sich das Wasser noch äusserdem einen Fuß hoch über den Boden erheben konnte. Indeß fand man, daß die Oberfläche nicht vollkommen horizontal, sondern gegen den Widerstand auf eine Weite von 100 Fuß 3 Linien geneigt war.

Dieser Versuch wurde am 6ten Jul. 1769 noch mit mehrerer Sorgfalt wiederholt. An diesem Tage ergoß sich das Wasser an den 4 Scalen unter der Höhe von 12''. 9'''.; 12''. 5'''.; 11''. 3'''. und 9''. 11'''. Der Canal wurde wie oben verschlossen und nachdem das Wasser nach Verlauf einiger Zeit in Ruhe gekommen war, so waren die Höhen 22''. 8'''.; 22''. 7'''.; 22''. 3'''.; 22''. 1'''. so daß der Wasserspiegel auf eine Weite von 100 Fuß 7'''. geneigt war. Zieht man nun von der letzten Höhe d. i. von 22''. 1'''. die Höhe des Brettchens d. i. 12''. 4'''. ab; so bleibt für die Höhe des laufenden Wassers an dieser Stelle 9''. 9'''. die kleiner ist als die erste von 9''. 11'''. und er erreicht über den höchsten Theil des Widerstandes kaum eine Höhe von 8''. 9'''., wo schon die Oberfläche durch den nächsten freyen Fall gekrümmt war.

Indeß das laufende Wasser so zurückgehalten war, wandte man die Pitotsche Röhre längst dem Boden an, worin das Wasser immer einige Linien über die äussere Wasserfläche, bis etwa auf eine Entfernung von 1 Fuß von dem Widerstande in die Höhe stieg. Diese kleinen Erhöhungen beweisen, daß das Wasser selbst in der Nähe des Bodens eine merkliche Bewegung hatte.

Am 13ten Oct. desselben Jahres hatte man an den 4 Scalen folgende Höhen 6''. 10'''.; 6''. 4'''.; 6''. 0'''.; 4''. 10'''.

1) Das Schutzbrett wurde herab und für die Oeffnung eine Höhe von 3 Zollen gelassen. Nach Verlauf einer gewissen Zeit erhob sich das aufgehaltene Wasser vor dem Schutzbrette 9 Zolle hoch und das Druckwasser betrug 6 Zolle.
2) Der Canal wurde wie oben verschlossen, und nachdem das Wasser zwischen dem Schutzbrett und dem Widerstande in Ruhe gekommen war, beobachtete man ober-

halb des Schutzbrettes eine beynahe überall gleiche Wasserhöhe von 21 Zollen, und unterhalb desselben nehmlich in dessen Nähe eine Höhe von 15". 6'''. Diese nahm weiter hin bis auf 16". 5'''. in der Nähe des Widerstandes zu und die Höhe des laufenden Wassers über der Horizontalfläche, welche man sich durch die höchste Stelle des Widerstandes gezogen, vorstellt, betrug 4". 1'''.

3) Unter diesen Umständen wurde die Pitotsche Röhre unter dem Schutzbrette angebracht und das Wasser stieg in selbiger bis auf eine Höhe von 21".

4) Hier wurde nun beobachtet, daß der mittlere Druck des Wassers in der Schutzöffnung ungefähr 7 und einen halben Zoll betrug. Das Hinderniß betrug 19". mit der Differenz von 12". und war beynahe der Höhe des Widerstandes gleich.

Am Abende des 19ten Oct. waren die 4 Höhen 13". 9'''.; 13". 0'''.; 12". 3'''.; 10". 4'''. Der Zuführungscanal wurde an derselben Stelle mit einem andern Brette, welches sich 10". 10'''. über den Boden erhob, verschlossen, über welchem das Wasser ungefähr 9 Zoll hoch stand.

Diese Erscheinungen konnte man oft bemerken. Denn wenn das Wasser zuweilen in einem großen Volumen längs dem Canal, oder einem Fluß unter einer Höhe von mehrern Fuß, dahinströmte, und es sich also ereignete daß sich quer durch das ganze Flußbette ein Damm erstreckte, dessen Scheitel, das vor demselben aufgehaltene Wasser erreichte und sich hinter demselben beynahe wie in eine horizontale Ebene ausbreitete, so stürzte es von dem Scheitel des Dammes zwar gleichförmig doch aber unter einer geringern Höhe herab, als es gehabt hätte, wenn es seinen Lauf hätte frey und ungehindert fortsetzen können.

Da ich nun erwog, wie man dieses ohne auf neue Principien, oder neue Bewegungsgesetze flüssiger Körper oder auf andere Spitzfindigkeiten zu verfallen, erklären könnte; so fand ich, daß, obgleich der Damm oder der Widerstand quer durch das Flußbette ein Wasserprisma, welches mit dem Damme von gleicher Höhe ist, zu tragen hatte; solcher das Flußbette doch nicht beengte, und wenn auf der einen Seite das Gefälle des obern Theiles vom Wasserkörper nicht verringert wurde, die Hindernisse, welche das vorlaufende Wasser dem nachfolgenden verursacht, auf der andern Seite weit mehr verringert oder gänzlich aufgehoben wurden, indem wegen der gedachten Hindernisse sich der Seitendruck wenig oder gar nicht äussern kann, und beynahe das ganze Gefälle des Flußbettes wird, wie es auch aus unsern Versuchen zu ersehen ist, auf die Bewegung verwandt. So sehr nun auch der Damm die von dem Gefälle bewirkte Bewegung vermindern mag, so rührt doch von ihm diejenige her, welche nicht aus dem Seitendrucke entsteht. Und wenn ich anders nicht irre, so verhält es sich hier, wie mit dem Wasser, welches in beliebiger Menge in ein Gefäß ohne Boden gegossen wird, wo es so viel an Größe verliehrt als es an Schnelligkeit zunimmt; nur mit dem Unterschiede, daß die Schwere in verticaler Richtung wirkt, hier aber die Wirkung seitwärts geht, jedoch aber nach denselben Gesetzen. Und gleichwie bey einem Gefäße ohne Boden, das einfließende Wasser wenn es gleich anfänglich den Raum desselben ausfüllt, doch unten immer in einem desto kleinern Volumen ausströmt, je größer die Höhe des Gefäßes selbst ist; so wird das Wasser, so groß auch dessen Quantität seyn mag, welches von oben auf den Damm kommt, dann wenn es in der Nähe der höchsten Stelle ist, von da auf dieselbe

Art herabstürzen, in welcher es aus einem Gefäß ohne Boden fließt. Hier vermag es sich durchaus auf keine Weise aufzuhalten und auch nicht einen Augenblick eine beständige Höhe zu bilden, wie solches auch schon an einem andern Orte gezeigt worden ist. Und so ist es auch hier nicht möglich, daß die Höhe größer werden kann, als das Volumen des Wassers es erfordert; welches frey von dem Damme herabstürzen muß. Zu diesem Erfolge trägt auch noch eine andere Ursache bey, welche darin besteht, daß das Wasser, welches sich über den horizontalen oder geneigten Spiegel hinter dem Damme oder dem Widerstande fortbewegt, dieses seinen Lauf schon über den Wasserkörper selbst fortsetzt. Daher ist es hier weit wenigern Hindernissen unterworfen, als dasjenige, welches sich über einen rauhen Boden oder über ein irreguläres Flußbett bewegt, wodurch demnach das Volumen des Wassers verringert wird.

[§. 24 bis 26. sind als unerheblich weggelassen.]

Vierter Abschnitt.

Erfahrungen und Bemerkungen über den Gebrauch der gekrümmten Röhre des H. Pitot.

§. 27.

Nach dem allgemeinen Urtheil der Hydrauliker ist es ein großer Gewinn, den Gebrauch dieses Werkzeuges sicher zu machen und zu befördern. Daher habe ich schon im ersten Bande einiges hierüber angeführt; da aber noch einige Zweifel über die vortheilhafteste Gestalt und einige Schwierigkeiten wegen seines Gebrauches übrig blieben, und man noch in einiger andern Hinsicht einigen Nutzen davon zu ziehen wünschte; so wurden im Jahre 1768 zwey Röhren von 28 Linien im Durchmesser angefertigt, deren eine im gekrümmten Theile oder Ansatze von gleicher Weite war, so daß man an der Oeffnung noch eine kleine Platte, in welche eine kreisförmige Oeffnung von 7 Linien im Durchmesser eingeschnitten war, angebracht werden konnte. Der Flächeninhalt dieser Oeffnung betrug demnach den 16ten Theil von dem Flächeninhalt der Röhrenöffnung. In diesem Verhältnisse wurden daher die Schwingungen des Wassers bey diesem Werkzeuge verhindert. An der andern Röhre befand sich ein cycloidalischer Ansatz, dessen Gestalt wie bereits an einer andern Stelle bemerkt worden ist, zur Vermehrung der Ausflußmengen der Wasserstrahlen sehr viel beyträgt.

Es wurde nunmehr am 1sten Sept. das Schutzbrett in unserm Regulator so weit herabgelassen, daß darunter eine 4 Zoll hohe Oeffnung blieb. Das zurückgehaltene Wasser erhob sich 22 Zolle 7 Linien über den Boden. An diese Oeffnung setzte man eine gewöhnliche Röhre von etwa 6'''. im Durchmesser, so, daß dieselbe den Boden berührte und indem man dieselbe nach und nach erhob, so fand man die höchste Wasserfläche in dersel-

ben mit dem stillstehenden Wasser hinter dem Schutzbrette in einer wagrechten Ebne. Hierauf wurde die Röhre von 28 Linien im Durchmesser auf dieselbe Art eingesenkt und es erhob sich das Wasser in denselben Stand. Eben dieses erfolgte, wenn die Oeffnung des Ansatzes mit ihrer Bedeckung, welche in der Mitte ein 7 Linien weites Loch hatte, versehen wurde. Denn auch hier erhob sich das Wasser, wenn gleich langsamer, bis auf dieselbe Höhe. Wenn man endlich die größere Röhre mit dem cycloidalischen Ansatze auf dieselbe Art einsenkte, so erfolgte auch hier die Erhöhung des Wassers so lange, bis es mit dem stillstehenden Wasser hinter dem Schutzbrette in derselben wagrechten Ebene lag, und wenn dieses ruhig ward, so verhielt es sich auch damit eben so wie mit dem erhöheten Wasser in allen Röhren.

Als nun hierauf mit denselben Röhren unter denselben Umständen in frey fließendem Wasser Versuche angestellt wurden, so wurde, so weit es die Schwingungen zuließen, keine Verschiedenheit in den Erhöhungen entdeckt.

Diese Versuche wurden am 10ten October in Gegenwart der oben angeführten H. H. Pr. des H. G. Stratico, D. Pistoi und D. Somis und hierauf noch einmahl am 27sten Sept. 1769 mit jeder der gedachten Röhren von verschiedener Größe und verschiedenem Ansatze, wiederholt. Bey dieser Gelegenheit stellte man mit den Röhren auf beyden Seiten des Schutzbrettes Versuche an und die ganze Höhe des aufgehaltenen Wassers betrug 27 Zolle und die Höhe der Schutzöffnung 4 Zolle, und in dem freyfließenden Wasser konnte man keine merkliche Verschiedenheit in Ansehung der Höhen in den verschiedenen Röhren entdecken. Diese Versuche stimmen mit denjenigen, welche im (108 §.) des 1. B. angeführt sind, völlig überein, so wie auch die folgenden, die Wahrheit dessen beweisen, was an dem gedachten Orte von den gleichen Erhöhungen in den auf verschiedene Tiefen eingesenkten Röhren in einer und derselben Verticalebene gesagt worden ist, wo der Lauf des Wassers frey, durch keine Zufälle gestört, durch keine Umstände gehindert ist, und die Röhren nicht in der Nähe des Bodens oder der Seitenwände oder des Wasserspiegels befindlich sind, wo sie bisweilen etwas kleiner auszufallen pflegen.

§. 28.

Erster Versuch.

Am 19ten Oct. war die Höhe des fließenden Wassers an der zweyten Scale 10''. 5'''.

Als daselbst eine Röhre bis an den Boden eingesenkt war, so betrug die gesammte Wasserhöhe — — — 11''. 8'''.

Da sie aber 3''. weit in die Höhe gehoben wurde, so betrug die Wasserhöhe 8''. 9'''. + 3''. — — — = 11''. 9'''.

Noch um 3''. höher, betrug sie 6''. 0'''. + 6''. — = 12''. 0'''.

Noch 3''. höher, betrug sie 3''. 0'''. + 9''. — = 12''. 0'''.

Zweyter Versuch.

Am 20sten d. M. war die Wasserhöhe an der zweyten Scale 12''. 8'''.

Bey der Einsenkung der Röhre bis an den Boden, machte die gesammte Höhe 13''. 9'''. — — — = 13''. 9'''.

Nach der ersten Erhöhung war sie 11''. 6'''. + 3''. = 14''. 6'''.

Nach der zweyten Erhöhung, 8''. 9'''. + 6''. — = 14''. 9'''.

Nach der dritten Erhöhung, 5''. 6'''. + 9''. — = 14''. 6'''.

Nach der vierten Erhöhung, 2''. 6'''. + 12''. — = 14''. 6'''.

Die Röhre wurde allemahl um 3''. erhöht.

Dritter Versuch.

Am 20sten d. M. war die Wasserhöhe an der zweyten Scale 12''. 11'''.

Bey der Einsenkung der Röhre bis an den Boden, war die gesammte Wasserhöhe — — — — 13''. 9'''.

Nach der ersten Erhöhung, 10''. 9'''. + 4''. — = 14''. 9'''.

Nach der zweyten, 7''. 0'''. + 8''. — — = 15''. 0'''.

Nach der dritten, 3''. 0'''. + 12''. — — = 14''. 6'''.

Die Röhre wurde allemahl um 4''. erhöht.

Vierter Versuch.

Am 25sten d. M. war die Höhe an der zweyten Scale 13''.

Bey Einsenkung der Röhre bis an den Boden, war die gesammte Höhe — — — — — = 13''. 9'''.

Nach der ersten Erhöhung, 11''. 6'''. + 3''. — = 14''. 6'''.

Nach der zweyten, 9''. 0'''. + 6''. — — = 15''. 0'''.

Nach der dritten, 6''. 0'''. + 9'''. — — = 15''. 0'''.

Nach der vierten, 2''. 6'''. + 12''. — — = 14''. 6'''.

Die Röhre wurde allemahl um 3''. erhöht.

Fünfter Versuch.

Am 25sten d. M. war die Wasserhöhe an der zweyten Scale 10''. 6'''.

Da die Röhre bey der Einsenkung den Boden berührte, so war die Wasserhöhe — — — — = 11''. 4'''.

Nach der ersten Erhöhung, 9''. 6'''. + 2''. — = 11''. 6'''.

Nach der zweyten, 7''. 9'''. + 4''. — — = 11''. 9'''.

Nach der dritten, 5''. 9'''. + 6''. — — = 11''. 9'''.

Nach der vierten, 3''. 9'''. + 8''. — — = 11''. 9'''.

Die Röhre wurde allemahl um 2''. erhöht.

Sechster Versuch.

Am 18ten October war die Höhe an der gedachten Scale 7''. 9'''.

Bey Einsenkung der Röhre bis an den Boden, betrug die gesammte Höhe 8''. 0'''. — — — —	= 8''. 0'''.
Nach der ersten Erhöhung, 7''. 9'''. + 1''. —	= 8''. 9'''.
Nach der zweyten, 6''. 9'''. + 2''. — —	= 8''. 9'''.
Nach der dritten, 5''. 10'''. + 3''. — —	= 8''. 10'''.
Nach der vierten, 4''. 10'''. + 4''. — —	= 8''. 10'''.
Nach der fünften, 3''. 10'''. + 5''. — —	= 8''. 10'''.

Die Röhre wurde allemahl um 1''. höher gehoben.

§. 29.

Es wurden noch viele andere Versuche dieser Art angestellt, in welchen allen sich die kleinste Höhe am Boden zeigte. Allein diejenige gegen den Wasserspiegel unterschied sich wenig von der in der Mitte und die Erhöhungen in der Mitte waren selbst bey verschiedener Tiefe einander gleich, welches auch bereits im (108. §.) des ersten Bandes ist bemerkt worden. Dort wurde die Röhre in den Mühlengraben auf eine weit größere Tiefe allein mit demselben Erfolge, eingesenkt. Daher erhellet hieraus zur Genüge, daß immer die Wasserhöhen gleich bleiben, wenn die Einsenkungen auf verschiedene Tiefen in einem und demselben verticalen Querschnitte geschehen, durch welchen das Wasser frey und ungehindert fortströmt. Daher kann dieses Werkzeug unter solchen Umständen die Stelle des Regulators vertreten, und man kann auf eben die Art wie beym Regulator vermittelst desselben die Wassermenge bestimmen.

Wenn man nun allenthalben so verfährt, so wird die Abmessung nicht ganz genau seyn. Und wenn gleich die gefundenen Ausflußmengen wegen der Zusammenziehung des Wasserstrahles nach dem bekannten Verhältnisse von 18 zu 11 reducirt werden; so werden sie doch etwas zu groß ausfallen, weil dieses Verfahren einen völlig freyen und ungehinderten Lauf des Wassers durch jeden Querschnitt voraussetzt, d. h. das Wasser strömt nach der gedachten Voraussetzung durch diesen Querschnitt mit einer der ganzen Fallhöhe zugehörigen Geschwindigkeit, wovon man sich aber durch die bloße Ansicht nicht immer versichern kann. In der That fielen auch die Wassermengen immer zu groß aus, wenn man die Versuche mit der an die zweyte Scale gelegten Röhre auf diese Art berechnete.

In den am 19ten October angestellten Versuche war die Höhe des fließenden Wassers an der zweyten Scale 10''. 5'''. Die gesammte mittlere Höhe in der Röhre 11''. 9'''.; folglich der Ueberschuß der Wasserhöhe in der Röhre über die äussere Wasserfläche 1''. 4'''. Hieraus ergab sich wie beym Regulator für die gefundene reducirte Wassermenge 5$^{c'}$. 9$^{c''}$. 11$^{b'}$. anstatt der wirklichen von 4$^{c'}$. 2$^{c''}$. 9$^{b'}$.

Auf eine ähnliche Art geht aus dem am 20sten October angestellten Versuche, wo die Höhe des abfließenden Wassers an der zweyten Scale 12''. 8'''., die Höhe in der Röhre 14''. 5'''. und der Ueberschuß des Wassers in der Röhre über die äussere Wasserfläche

fläche also 1^{II}. 9^{III}. betrug, hervor: daß die so wie vorhin berechnete und reducirte Wassermenge 7^{cI}. 11^{II}. 5^{bI}. anstatt 5^{cI}. 10^{I}. 9^{bI}. betrug.

Legt man nun die Erfahrung vom 25sten October zum Grunde, wo die Wasserhöhe an der zweyten Scale 13^{II}. und nach 5 Einsenkungen der Röhre die mittlere Höhe 14^{II}. 6^{III}. 7^{IV}. und also der Ueberschuß dieser über die äussere Wasserfläche 1^{II}. 6^{III}. 7^{IV}. betrug; so ist die hier wie beym Regulator berechnete und reducirte Wassermenge 7^{cI}. 11^{II}. 6^{bI}. anstatt 6^{cI}. 0^{II}. 9^{bI}.

Einen ähnlichen Ueberschuß würde man finden, wenn man die übrigen vermittelst der Röhre an derselben Stelle gemachten Versuche, auf dieselbe Art berechnen würde, und ein ähnliches Resultat würde sich aus Versuchen unter denselben Umständen an andere Stellen ergeben. Hieraus aber kann nicht überhaupt geschlossen werden, daß die höchste Stelle der Wasserhöhe in der Röhre nicht der Scheitel der Parabel sey, welche die Scale der Geschwindigkeiten ausdruckt, und daher kann die Methode überhaupt nicht irrig genannt werden, welche sich auf diese Voraussetzung stützt. Desto nöthiger aber ist die Erwägung der hier vorkommenden Umstände, um sich von der Wahrheit der Annahme zu versichern. In Hinsicht auf das gegen Ende des Dec. 1768 erhaltene Schreiben, erfolgte noch ein anderes von dem H. F. Bonati, einem berühmten Schriftsteller der die schönen Versuche, gemacht hat, welche im 6ten Bande der zu Parma herausgekommenen Sammlung, enthalten sind. Hierin machte er mich auf eine sehr freymüthige Art darauf aufmerksam, wie schwierig es sey, sich davon zu versichern, daß sich die höchste Stelle der Wasserhöhe in der Pitotschen Röhre als den Scheitel der Parabel betrachten lasse, welche die Scale der Geschwindigkeiten eines Flusses vorstelle. Auch ist er geneigt zu glauben, daß die gleichen Wasserhöhen in der gedachten Röhre gleiche Geschwindigkeiten an verschiedene Stellen in einer Verticalebene andeuten können. Dieses zeigt sich auch bey den merklich geneigten Canälen und die im verflossenen Herbst d. J. 1768 angestellten Versuche, scheinen solches auch zu beweisen.

Diese beyde Voraussetzungen scheinen einander aufzuheben, und zwar daher, weil die Geschwindigkeiten eines Flusses von größerer Tiefe nicht größer seyn sollen. Die ganze Sache beruht also darauf, daß man zu entdecken suche, welche von beyden wahr sey; und wenn sie beyde wahr sind, daß man die Fälle und Umstände, worauf alles ankommt, zu unterscheiden suche.

Diese Schwierigkeit ist vielleicht die größte, welche bey diesem Gegenstande vorkommt, und es wird uns vielleicht nicht ganz gelingen, selbige aufzulösen. Indeß wollen wir sie doch der Prüfung unterwerfen, und wie auch diese ausfallen mag, so geschiehet es doch zum Vortheil der Wahrheit und der Wissenschaft.

Die im ersten Bande angeführten und nachher mit Röhren von verschiedener Gestalt und Größe wiederholten Versuche, bey welchen die Röhren an der Schutzöffnung des Regulators angebracht wurden, worin das Wasser beständig zu derjenigen Höhe steigt, zu welcher dasselbe vor dem Schutzbrette anschwillt, zeigen, daß der Druck die, die Geschwindigkeit erzeugende Kraft ist, womit das Wasser ausströmt. Allein die vom Drucke oder freyen Falle hervorgebrachten Geschwindigkeiten verhalten sich, wie die Ordinaten der Parabel, dessen Scheitel in der höchsten Stelle des gegen das Schutzbrett angeschwollenen Wassers oder im Anfange des Gefälles liegt, so wie es in der Theorie bewiesen und

durch Erfahrung bestätiget wird. Daher kann man die Parabel, welche beym Gebrauche des Regulators gilt, auch unter gleichen Umständen bey der Pitotschen Röhre anwenden. So sind, wie solches aus den Versuchen des ersten Bandes und aus andern die in der Folge angestellt worden sind und die wir nachher anführen werden, erhellet, gleiche Wassermengen vermittelst des Regulators und der Pitotschen Röhre gefunden worden. Die Sache ist wenigstens bey dem, durch Oeffnungen der Gefäße und des Regulators fließendem Wasser ausgemacht, nicht aber auf dieselbe Art bey Flüssen, wo alles durch die besondern Umstände, worauf man seine Aufmerksamkeit richten muß, entschieden wird.

Wenn das Flußbette, über welches das Wasser fortströmt, eine merkliche Neigung hat; so begreift man leicht und es läßt sich auch beweisen, daß ohne Rücksicht auf die Hindernisse sich alle Theile des laufenden Wassers mit gemeinschaftlicher Geschwindigkeit fortbewegen, und nach einer zurückgelegten Strecke kann das Gefälle so groß werden, daß es mehr als der bloße Druck vermag; dieses kann auch bey Flüssen mit horizontalem Boden geschehen. Nun wollen wir unsere Aufmerksamkeit auf folgende angestellte Versuche richten.

Erster Versuch.

Bey der am 11ten October angestellten Erfahrung waren die Höhen an den 4 Scalen $8^{''}$. $4^{'''}$.; $7^{''}$. $10^{'''}$.; $7^{''}$. $5^{'''}$.; $6^{''}$. $3^{'''}$.; und die wirkliche Wassermenge wurde $2^{c'}$. $9^{''}$. $3^{b'}$. in einer Secunde gefunden. An der letzten Scale geschahen in der Mitte 5 Einsenkungen, welche für die mittlere Wasserhöhe in der Röhre $8^{''}$. gaben. Aus eben so vielen Einsenkungen an der Seitenwand ergab sich die mittlere Höhe von $7^{''}$. $4^{'''}$. Daher ist die Mittelzahl aus diesen beyden $7^{''}$. $8^{'''}$. Ziehet man nun hiervon die Höhe des laufenden Wassers von $6^{''}$. $3^{'''}$. ab, so bleibt für die mittlere Höhe über die Oberfläche des fließenden Wassers $1^{''}$. $5^{'''}$., womit eine Geschwindigkeit von $2^{'}$. $7^{''}$. $11^{'''}$. in einer Secunde zusammen gehört. Multiplicirt man nun den Flächeninhalt des Querschnittes nehmlich $1^{q'}$. $0^{r'}$. $6^{q''}$. mit der Geschwindigkeit, so erhält man für die wirkliche Ausflußmenge $2^{c'}$. $9^{''}$. $2^{b'}$. $11^{c''}$. $6^{s''}$.

Zweyter Versuch.

Am 18ten October waren die Höhen an den 4 Scalen $8^{''}$. $2^{'''}$.; $7^{''}$. $9^{'''}$.; $7^{''}$. $2^{'''}$.; $5^{''}$. $10^{'''}$.; und man fand die wirkliche Wassermenge $2^{c'}$. $7^{''}$. $3^{b'}$., und nachdem man an der zweyten Scale so wohl in der Mitte als an der Seitenwand des Canals 6 Einsenkungen gemacht hatte, so fand man die mittlere Höhe $8^{''}$. $7^{'''}$. Zieht man nun hiervon die Höhe von $7^{''}$. $9^{'''}$. ab, so bleibt für die mittlere Höhe $10^{'''}$., welche eine Geschwindigkeit von $2^{'}$. $0^{''}$. $5^{'''}$. giebt. Multiplicirt man diese mit dem Flächeninhalte des Querschnittes von $1^{q'}$. $3^{r'}$. $6^{q''}$., so erhält man für die wirkliche Wassermenge $2^{c'}$. $7^{''}$. $6^{b'}$.

Dritter Versuch.

Am 19ten October waren die Höhen an den 4 Scalen $10^{''}$. $9^{'''}$.; $10^{''}$. $5^{'''}$.; $9^{''}$. $8^{''}$; $8^{''}$. $0^{'''}$.; und die wirkliche Wassermenge in einer Secunde betrug $4^{c'}$. $2^{''}$. $9^{b'}$.

Die Röhre wurde bloß in der Mitte 4 Mahl an der zweyten Scale eingesenkt. Daraus entsprang die mittlere Höhe von etwa 11^{II}. 7^{III}. und daher die mittlere Erhöhung über den äussern Wasserspiegel des Flusses 1^{II}. 2^{III}., woraus man eine Geschwindigkeit von 2^{I}. 4^{II}. 11^{III}. erhält. Diese mit dem Flächeninhalt des Querschnittes von 1^{qI}. 8^{rI}. 10^{qII}. multiplicirt, giebt für die wirkliche Wassermenge 4^{cI}. 4^{rI}. 2^{bI}.

Vierter Versuch.

Am 20sten October betrugen die Höhen an den Scalen 13^{II}. 0^{III}.; 12^{II}. 8^{III}.; 11^{II}. 8^{III}. und 10^{II}. 0^{III}. und die wirkliche Wassermenge in einer Secunde wurde 5^{cI}. 10^{rI}. 9^{bI}. gefunden.

Die mittlere Höhe, welche sich aus 5 Einsenkungen, sowohl in der Mitte als an der Seitenwand ergab, fand man 14^{II}. 3^{III}. Zieht man nun hiervon die Höhe von 12^{II}. 8^{III}. ab; so bleibt für den, über den Spiegel des laufenden Wassers, erhabnen Theil 1^{II}. 7^{III}. Hieraus folgt eine Geschwindigkeit von 2^{I}. 9^{II}. 9^{III}., welche mit dem Flächeninhalt des Querschnittes d. i. mit 2^{qI}. 1^{rI}. 4^{qII}. multiplicirt, die Wassermenge von 5^{I}. 11^{II}. 3^{III}. giebt.

Fünfter Versuch.

Am 20sten d. M. waren die Höhen an den Scalen 13^{II}. 4^{III}.; 12^{II}. 11^{III}.; 11^{II}. 10^{III}.; 10^{II}. 3^{III}. und man fand für die wirkliche Wassermenge 6^{cI}. 0^{rI}. 9^{bI}.

Die Berechnung vermittelst der mittlern Erhöhung aus 4 Einsenkungen in der Mitte, giebt vermittelst der Erhöhung von 1^{II}. 7^{III}. 0^{IV}. für die Wassermenge 6^{cI}. 0^{rI}. 3^{bI}. 9^{cII}.

Sechster Versuch.

Am 10ten d. M. waren die Höhen 11^{II}. 3^{III}.; 10^{II}. 10^{III}.; 10^{II}. 0^{III}.; 8^{II}. 5^{III}.; und die wirkliche Wassermenge wurde 4^{cI}. 6^{rI}. 8^{bI}. gefunden.

Wenn man nun selbige vermittelst der Röhre berechnete und zwar mit Hülfe der 4 Einsenkungen in der Mitte, so erhielt man hieraus eine Höhe von 1^{II}. 4^{III}. 6^{IV}. und für die Wassermenge 4^{cI}. 8^{rI}. 8^{bI}.

Siebenter Versuch.

Am 20sten d. M. waren die Höhen 11^{II}. 5^{III}.; 11^{II}. 0^{III}.; 10^{II}. 5^{III}. und 8^{II}. 6^{III}.; und die wirkliche Wassermenge betrug 4^{cI}. 9^{rI}. 2^{bI}. 9^{cII}. Berechnete man nun diese durch die mittlere Höhe von 1^{II}. 6^{III}., welche aus 4 Einsenkungen in das fließende Wasser und zwar in dessen Mitte an der zweyten Scale gefunden wurde, so erhält man 6^{cI}. 0^{rI}. 0^{bI}.

Achter Versuch.

Am 25sten October waren die Höhen 13^{II}. 4^{III}.; 13^{II}. 0^{III}.; 11^{II}. 11^{III}.; 10^{II}. 3^{III}. beynahe dieselben wie in dem fünften Versuche, wo die wirkliche Wassermenge 6^{cI}. 0^{rI}.

9^{bl}. gefunden wurde. Die Rechnung mit Hülfe der mittlern Erhöhung von 1^{II}. 6^{III}. 7^{IV}., gab nach 5 Einsenkungen an der zweyten Scale in der Mitte des fließenden Wassers 6^{cl}. 0^{II}. 3^{bl}.

Neunnter Versuch.

Am 25sten d. M. waren die Höhen 11^{II}. 0^{III}.; 10^{II}. 6^{III}.; 9^{II}. 9^{III}.; 8^{II}. 0^{III}.; und also das Mittel zwischen den Höhen der dritten und sechsten dieser Versuche. Bey jener war die wirkliche Wassermenge 4^{cl}. 2^{II}. 9^{bl}., bey dieser 4^{cl}. 6^{II}. 8^{bl}. Es geschahen nehmlich 5 Einsenkungen in der Mitte, an der zweyten Scale, woraus die Mittelhöhe von 11^{II}. 7^{III}. und das Mittel zwischen diesen beyden war 11^{II}. 9^{III}. 6^{IV}. Ziehet man nun hiervon die Höhe des fließenden Wassers ab, so bleiben für die mittlere Erhöhung 1^{II}. 3^{III}. 6^{IV}. Die hieraus berechnete Wassermenge betrug 4^{cl}. 5^{II}. 4^{bl}., welche ebenfalls das Mittel zwischen 4^{cl}. 2^{II}. 9^{bl}. und 4^{cl}. 6^{II}. 8^{bl}. ist.

Zehnter Versuch.

Als an demselben Tage das Wasser in den Thurm strömte, hatte es beynahe dieselben Höhen wie vorhin. Bey dieser Gelegenheit wurde ein Querschnitt im Einleitungscanales gemessen, wo man die Höhe des frey fließenden Wassers 7^{II}. 10^{III}. fand. Nun geschahen vermittelst der Röhre 4 Einsenkungen in der Mitte des fließenden Wassers, deren jede von der andern 2 Zoll abstand, woraus die Mittelhöhe von 10 Zollen entstand. Zieht man nun hiervon die Höhe des laufenden Wassers, von 7^{II}. 10^{III}. ab, so bleiben für die mittlere Höhe in der Röhre 2^{II}. 2^{III}. 0^{IV}. Hierauf wurde der Querschnitt berechnet und die wirkliche Wassermenge 4^{cl}. 3^{II}. 8^{bl}. gefunden.

Bey denselben Höhen wurde die Wassermenge am 28sten October vermittelst des Regulators bestimmt, wo die Höhe der Schutzöffnung 5^{II}. betrug, und die gesammte vor dem Schutzbrett aufgestaute Wasserhöhe 17^{II}. 3^{III}. und also das Druckwasser 12^{II}. 3^{III}. Die Berechnung gab 7^{cl}. 1^{II}. 8^{bl}. 6^{cII}. 8^{III}.; hieraus fand man nach der Reduction des bekannten Verhältnisses von 18 : 11 für die wirkliche Wassermenge 4^{cl}. 4^{II}. 4^{bl}. 6^{cII}. Diese wurde auch vermittelst der beyden untern Scalen berechnet und für die Höhe von 9^{II}. 9^{III}. 0^{IV}. wurde die mittlere zwischen dieser und der vorhergehenden d. i. 10^{II}. 6^{III}. 0^{IV}., nehmlich 10^{II}. 1^{III}. 6^{IV}. gesetzt und man fand für die reducirte Wassermenge 4^{cl}. 3^{II}. 8^{bl}., wo die beyden Methoden vermittelst der Röhre, wie auch diejenige mit dem Regulator und diejenige vermittelst der beyden Querschnitte mit der wirklichen Ausmessung mit einander übereinstimmen.

§. 31.

Bemerkungen.

1) Aus allen vorhergehenden Versuchen gehet hervor, daß das Wasser, welches, wie hier einen regulären Boden berührt, dennoch eine merklich kleinere Bewegung hat, als dasjenige, welches weiter von dem Boden entfernt ist, ob es gleich noch immer

mit einer bedeutenden Geschwindigkeit fortströmt. Denn das Wasser steigt noch hier in der Röhre immer zu einer größern Höhe, als die Höhe des fortströmenden Wassers betrug.

2) Folgt, daß die Erhöhung des Wassers in der Röhre über den äussern Wasserspiegel den Druck oder das Gefälle beym Eintritt des Wassers in den Ansatz anzeigt, und je größer dieses ist, desto größer ist die Geschwindigkeit welche in diesem Falle dem fließenden Wasser zukommt. Ist diese aber gar nicht vorhanden, so wird solches eine Folge davon seyn, daß die wirkende Kraft entweder zum Theil oder ganz von dem Widerstande, und vornehmlich von der vor sich fort zu treibenden Wassermasse, aufgehoben und geschwächt ist.

Endlich folgt 3) daß wenn mehrere Einsenkungen an verschiedenen Stellen eines Querschnittes geschehen, man dadurch den Druck oder das Gefälle, welches die mittlere Geschwindigkeit durch den ganzen Querschnitt erzeugt, finden kann. Berechnet man nun daraus die Wassermenge, so hat man weiter keine Reduction nöthig. Dadurch wird der Gebrauch dieses Werkzeuges weit sicherer, allgemeiner und leichter. Senkt man die Röhre aber bloß in die Mitte ein, so wird das Resultat immer etwas zu groß ausfallen.

§. 32.

4) Man wird freylich den Einwand machen und sagen: die höchste Stelle in den, in der Röhre über die äussere Oberfläche erhöheten Wassertheilchen, giebt hier nicht jederzeit den Scheitelpunct der Parabel, und in verschiedenen Tiefen verhalten sich die Geschwindigkeiten auch nicht immer wie die Ordinaten dieser Parabel. Die Antwort hierauf ergiebt sich schon aus der zweyten der hier eben gemachten Bemerkungen, daß nehmlich die Erhöhung des Wassers in der Röhre jederzeit und im allgemeinen, den Druck oder das Gefälle angiebt, jeder Druck oder jedes durch nichts beschränktes Gefälle aber erzeugt eine Geschwindigkeit, welche sich wie die Quadratwurzel aus dessen Höhe verhält. Und wenn diese Geschwindigkeit nicht erfolgt, so ist dieses ein sicheres Kennzeichen, daß die wirkende Kraft ganz oder zum Theil von dem voranlaufenden Wasser vernichtet wird. Dieses Hinderniß aber findet bey den durch Oeffnungen in Gefäßen oder durch die Oeffnungen des Schutzbrettes in einem Regulator oder bey den mit beschleunigter Geschwindigkeit längst den Canälen strömenden Gewässern, nicht Statt. Diese Wahrheit wird aus der Uebereinstimmung der Erfahrungen mit der Pitotschen Röhre, mit dem Regulator, mit der Methode der beyden Querschnitte und mit den wirklichen im ersten Bande angeführten Abmessungen, und noch aus der Uebereinstimmung mit denjenigen Versuchen, erhellen, welche im Herbste des Jahres 1768 angestellt worden sind.

So war bey dem Versuche am 11ten October die Röhre an der vierten Scale angebracht, wo die Höhe des fließenden Wassers 6''. 3'''., die mittlere Höhe in der Röhre 7''. 8'''. und folglich deren Differenz 1''. 5'''. gefunden wurde. Hierauf verfuhr man mit diesem Druckwasser wie beym Regulator und die reducirte Wassermenge betrug 2$^{c'}$. 11''. 6$^{b'}$. und die wirkliche 2$^{c'}$. 9''. 3$^{b'}$.

So war auch bey der zehnten im Einleitungscanal, angestellten Erfahrung, die mittlere Höhe $10''$., die Höhe des freyen fließenden Wassers $7''$. $10'''$. und also die Erhöhung in der Röhre über den Wasserspiegel $2''$. $2'''$. Die Berechnung geschahe auch hier, wie beym Regulator und die Wassermenge belief sich auf $7^{c'}$. $0^{''}$. $9^{b'}$., welche nach dem Verhältnisse von 18 : 11 reducirt, $4^{c'}$. $3^{''}$. $9^{b'}$. giebt. Dieselbe wurde auch noch auf eine andere Art vermittelst der Röhre berechnet und $4^{c'}$. $3^{''}$. $8^{b'}$., vermittelst des Regulators aber $4^{c'}$. $4^{''}$. $4^{b'}$. $6^{c''}$. und vermittelst der beyden untern Querschnitte $4^{c'}$. $3^{''}$. $8^{b'}$. gefunden.

In dem Versuche vom 17ten October des J. 1769, welcher angestellt wurde, um sich in Hinsicht des Wasserstrahls mit der großen kreisförmigen Ansatzröhre mehr Gewißheit zu verschaffen, waren die Höhen an den 4 Scalen $13''$. $3'''$.; $12''$. $8'''$.; $11''$. $10'''$.; $10''$. $2'''$.; und in der Röhre bemerkte man an der letzten Scale die mittlere Höhe von $12''$. $3'''$. Die Rechnung vermittelst der beyden letzten Höhen gab die Wassermenge ohne Reduction $9^{c'}$. $8^{''}$. $0^{b'}$. und vermittelst der Röhre nach der Art, so wie beym Regulator, fand man die Wassermenge ohne Reduction $9^{c'}$. $10^{''}$. $4^{b'}$.

Bey der am 18ten October angestellten Erfahrung waren die Höhen $13''$. $6'''$.; $13''$. $0'''$.; $12''$. $2'''$.; $10''$. $4'''$. Die aus den beyden letzten Scalen gemachte Berechnung gab, für die reducirte Wassermenge $6^{c'}$. $0^{''}$. $10^{b'}$. Ziehet man nun hievon die wirkliche durch den Ansatz ausgelaufene Wassermenge von $3^{c'}$. $7^{''}$. $8^{b'}$. ab; so bleiben noch $2^{c'}$. $5^{''}$. $2^{b'}$. übrig, welche durch den Zuführungscanal abflossen. Während dessen, daß sich das Wasser durch die Ansatzröhre ergoß, brachte man an der letzten Scale die Röhre an, worin sich nach der Mittelzahl eine Höhe von $7''$. $3'''$. bildete, indem das Wasser unter einer Höhe von $5''$. $9'''$. floß. Da nun vermittelst dieser Abmessungen, die Wassermenge wie beym Regulator berechnet wurde, so fand man für die wirkliche Ausflußmenge $2^{c'}$. $8^{''}$.

Nun ist es wahr, daß diese beyden letztern Versuche nicht ganz genau sind, weil sie sehr eilig gemacht wurden; jedoch genau genug um zu zeigen, daß man bey freyen Querschnitten die Pitotsche Röhre eben so als den Regulator anwenden kann, und daß folglich die höchste Stelle der Erhöhung des Wassers in der Röhre in dem Scheitel der Parabel, welche die Scale der natürlichen Geschwindigkeiten vorstellt, gefunden werde.

Aus dem was nun bisher gesagt worden, begreift man auch, woher die Uebereinstimmung der verschiedenen Methoden unter gleichen Voraussetzungen oder die Verschiedenheit derselben unter verschiedenen Umständen herrührt, so daß es scheint als könnte man hieraus auf folgende Schlüsse geleitet werden. Die Höhe des Wassers in der gekrümmten Röhre, welche in selbiges eingetaucht wird, ist jederzeit die Wirkung des Druckes oder der gleichen Höhe, wovon ein schwerer Körper herabfiele; und wofern hier sonst keine andere Hindernisse anzutreffen sind, so wird selbige eine Geschwindigkeit erzeugen, welche sich wie die Quadratwurzel der Fallhöhe verhält. Daher ist in diesen Fällen, die höchste Stelle in der gekrümmten Röhre, der Scheitelpunct der Parabel, deren Ordinaten die Geschwindigkeiten vorstellen, welche mit den respectiven Stellen der Einsenkungen zusammen gehören, welche in derselben perpendiculären Richtung liegen. Dieses findet man durch viele Versuche bestätigt.

Wenn aber die Fallhöhe wegen der Hindernisse nicht die gehörige Geschwindigkeit bewirken kann; so wird doch nach Wegräumung derselben die Wirkung d. h. die dazugehörige Bewegung sogleich erfolgen, wenn nur die ganze Kraft ungeschwächt erhalten wird. Dieses kann auch auf folgende Art sehr deutlich erwiesen werden. Das im Gefäße stillstehende Wasser hat durchaus keine Bewegung. Senkt man aber eine gerade oder auch gekrümmte Röhre mit ihrer verschlossenen Mündung bis auf eine gewisse Tiefe ins Wasser; so wird nach deren Eröffnung das Wasser sich mit dem äussern in eine horizontale Ebene setzen und hier erfolgt eine Bewegung, weil der Widerstand oder das Hinderniß welcher den Druck aufhielt, weggeschaft ist. Allein diese Bewegung wird nicht länger fortdauern als bis daß inwendige Wasser sich mit dem äussern ins Gleichgewicht gesetzt hat, worauf es dann in Ruhe bleibt. Dieses erfolgt auch wenn man die gekrümmte Röhre ins Wasser senkt und den gebogenen Schenkel nach der Richtung des Stromes kehrt. Denn in diesem Falle macht der bloße Druck, daß sich das Wasser in die Höhe hebt. Stellt man aber den gebogenen Schenkel dem Strome entgegen; so erhebt sich das Wasser in derselben über die äussere Oberfläche des Flusses. Denn ausser dem Drucke tritt nun noch eine Kraft hinzu, welche von der Bewegung des fließenden Wassers bewirkt wird. Es kann demnach diese Höhe so wohl von dem beständigen Drucke gegen die Mündung der Röhre, so wie beym stillstehenden Wasser, als auch von einem successiven aber gleichen Druck herrühren, so wie beym frey fließenden Wasser. Allein beym stillstehenden Wasser erhebt sich selbiges nicht über die äussere Oberfläche, daher ist die größere Erhöhung eine nothwendige Folge von der fortschreitenden Bewegung des Wassers, so, daß mit Aufhebung jener auch diese aufgehoben wird, und daß, wenn die eine wächst oder abnimmt, auch die andere wachsen und abnehmen muß. Daraus folgt, daß man aus dieser größern Erhöhung auch auf die Geschwindigkeit des Wassers schließen muß. Eine solche Geschwindigkeit ist nun auch in dem aus den Oeffnungen des Gefäßes ausfließendem Wasser und den geneigten Canälen, nicht aber in dem beynahe horizontalen oder wenig geneigten Canälen, wo, ohne Rücksicht der übrigen Hindernisse, nach und nach doch durch den Boden und die Seitenwände ein Theil der Geschwindigkeit in dem vorhergehenden aufgehoben wird. Dadurch wird auch das nacheilende Wasser verzögert und genöthiget sich mit seiner Oberfläche zu erhöhen, um seinen Lauf fortsetzen zu können, wodurch der Seitendruck desselben in der Art aufgehoben wird, daß die damit zusammengehörige Geschwindigkeit nicht entstehen kann. In solchen Fällen ist es daher immer am sichersten mehrere Einsenkungen mit der Röhre, so wohl in der Mitte als an der Seitenwand zu machen, um daraus die mittlere Höhe über den Wasserspiegel anzugeben, um nun aus der mit dieser Höhe zusammengehörigen Geschwindigkeit, die Wassermenge zu berechnen, welche keiner Reduction bedarf, so wie es die andere Regel erfordert, welche dem Regulator gemein ist; denn hier geschieht die Berechnung mit der mittlern Geschwindigkeit unter den größten, nicht aber mit Hülfe der mittlern unter allen.

§. 33.

Weil nun von der Geschwindigkeit des Laufes nicht nur die Menge, sondern auch die Kraft des fließenden Wassers abhängt, und diese Kraft in den Flüssen sich dem Quadrat

der Geschwindigkeit und daher auch dem Druk oder dem sie erzeugenden Gefälle proportional zeigt; so hat man auf eben die Art die Kraft bestimmt, auf welche man sich von der Geschwindigkeit versichert hat. Es sind daher von verschiedenen Academien Versuche angestellt worden, durch welche man sich von der Kraft, womit das Wasser in Flüssen wirkt, versichern wollte; da man aber die Gesetze der Geschwindigkeit nicht bezweifeln oder bestreiten kann: so kann man es auch nicht in Hinsicht der Kraft. In dieser Hinsicht sind auch von uns einige Versuche angestellt worden, welche wir an einem andern Orte auseinander setzen wollen. Indeß scheint es doch, daß überall dasselbe gilt, was von der gekrümmten Röhre von verschiedener Größe und Gestalt gilt, die an verschiedenen Stellen angebracht ist. Hier ist die gesammte Höhe allemahl derjenigen gleich, welche das hinter dem Schutzbrette aufgestaute Wasser hat, und in laufenden Gewässern sind die Höhen über den äussern Wasserspiegel, in verschiedenen an demselben Orte eingesenkten Röhren gleich. Daher verhalten sich bey völlig frey fließenden Gewässern die Kräfte wie die Höhen in der gekrümmten Röhre, und bey den nicht frey fließenden verhalten sich die Kräfte wie die Erhöhungen über den äussern Wasserspiegel, in beyden Fällen also wie die Quadrate der Geschwindigkeiten.

Neue Gestalt der gekrümmten Röhre und deren Gebrauch.

§. 34.

Die angeführten Versuche sind sämmtlich mit den oben beschriebenen Glasröhren angestellt worden. Wenn man aber erwägt, daß ihre Zerbrechlichkeit eine andere Materie erfordert, in welche sie eingefugt werden müssen, und daß dadurch die ganze Maschine im Gebrauche beschwerlicher wird, d. h. es besonders mühsamer ist, sie bey einer beträchtlichen Tiefe fest und unbeweglich zu halten; so hat man auf eine andere Gestalt gedacht, wodurch alles zum Gebrauche bequemer und vortheilhafter eingerichtet ist. Diese ist folgende. Anstatt der Glasröhre, nimmt man eine Röhre aus Blech, welche, um für jede Tiefe anwendbar zu bleiben aus zwey oder mehrern Stücken besteht, welche man an einander schrauben kann. Der Durchmesser beträgt einen Zoll oder etwas mehr, und der messingene Ansatz der auch von gleichem Durchmesser ist, wird mit der Röhre vermittelst einer Schraube verbunden. Um nun die Schwingungen des Wassers in der Röhre zu vermindern; so kann man die Mündung des Ansatzes mit einer Bedeckung, die in der Mitte bis auf eine $\frac{1}{4}$ Zoll weite Oeffnung durchbohrt ist, verschließen, wie solches auch bey den Glasröhren von großem Durchmesser geschehen ist.

Jedes Stück der Blechröhre hat einen mit einer kleinen Schraube versehenen Ring und dasjenige welches mit dem Ansatze verbunden ist, hat deren zwey. Sie haben sämmtlich die Gestalt eines Rechteckes, um durch selbige einen eisernen in Fuße, Zolle und Puncte getheilten Maßstabe durchziehen zu können, den man mit seiner Spitze in den Boden befestiget um die Röhre bey einer jeden Tiefe unbeweglich zu erhalten, und wo man sie vermittelst der Schrauben an dem Maßstabe festhalten kann.

Nun läßt man in die Röhre selbst einen sehr leichten und ganz geraden auch in Fuße, Zolle und Puncte eingetheilten hölzernen Maßstab, ein, an dessen unterm Ende eine

eine kleine hohle Kugel oder ein Stück Kork befestiget ist, welches ihn ausserhalb des Wassers schwimmend erhält. Hierauf bemerkt man, wie groß der in das stillstehende Wasser eingesenkte Theil des Maßstabes ist. Das obere Ende des kleinern Maßstabes geht durch einen am obern Ende der Röhre befestigten Ring, in dessen Mitte er in senkrechter Richtung erhalten wird. Auch muß man noch bemerken, wie groß der Theil des dünnen Stabes ist, der vom Ringe bis an den innern Boden des Ansatzes geht; und wenn entweder wegen der Krummung der Röhre oder der Dicke des Ansatzes der Unterschied zwischen dessen innerer Fläche des Bodens und der horizontalen Fläche, worauf die Röhre senkrecht steht, merklich ist, so muß dieser ebenfalls mit aufgezeichnet werden. Hiernach ist nun der Gebrauch dieses Werkzeuges äusserst leicht und bequem. Denn um die größere von der Geschwindigkeit verursachte Erhöhung des Wassers in der Röhre über die äussere Oberfläche zu finden, ist es hinreichend die Differenz der Höhen auf dem Maßstabe zu nehmen, wenn der Ansatz der Röhre mit dem Wasser nach einerley und nach entgegengesetzter Richtung gekehrt, und in beyden Fällen bis zu derselben Tiefe ins Wasser gesenkt wird. Man nehme z. B. an, das durch den Ring oben an der Röhre gezogene Stäbchen erhebe sich über denselben 16''. 4'''., wenn der gebogene Theil mit dem Laufe des Wassers in gleicher Richtung liegt; bey der entgegengesetzten aber erhebe es sich 18''. über den Ring, so wird die gesuchte Erhöhung die Differenz zwischen 18''. und 16''. 4'''. d. i. 1''. 8'''. seyn. Folglich die Geschwindigkeit an der Stelle wo die Einsenkung geschahe 2'. 3''. 7'''. nach Turiner Maße.

Ob es gleich bey einem schnellen Flusse bisweilen sehr schwer ist, die Wasserhöhe mit der nöthigen Genauigkeit zu messen; so kann man selbige mit dieser Röhre leicht erhalten. Denn da die Höhe der Röhre von ihrer obern Oeffnung bis an die Stelle, wo sie den Boden des Canales berührt, bekannt ist, und man anderer Seits auch die Erhöhung des Stäbchens von dem Boden des Ansatzes bis über den Ring genau beobachten kann, wenn der Ansatz mit dem Wasser einerley Richtung hat, und man es alsdann als stillstehend betrachten kann; so werden, wofern man zu der Erhöhung des Stäbchens noch die Größe des eingesenkten Theiles hinzufügt, welcher hier aus einer vorher gegangenen, in stillstehendem Wasser gemachten Erfahrung bekannt seyn muß und wenn man alsdann auch noch den aus Erfahrung bestimmten Abstand zwischen der inneren Oberfläche des Ansatzes und der darunter befindlichen horizontalen Ebene hinzufügt, diese Stücke zusammen genommen, die Höhe des fließenden Wassers geben. Es betrage z. B. die Höhe vom Ringe an der Röhre, bis an den Boden des Canales 24''. 6'''., die Länge des Stäbchens vom gedachten Ringe bis an die inwendige Oberfläche des Ansatzes 24''. so ist zwischen der inwendigen Oberfläche des Ansatzes und dem Boden des Canales ein Zwischenraum von 6 Puncten. Die bekannte Einsenkung des Stäbchens in stillstehendes Wasser betrage 11 Puncte. Wenn nun die Röhre mit ihrem nach der Richtung des Wassers gekehrten Ansatze den Boden des Canals berührte; so erhob sich das Stäbchen 16 Zoll 4 Puncte über den Ring an der Röhre. Hierzu füge man erstlich 6 und dann 11 Puncte d. h. zusammen 1 Zoll 5 Puncte; so hat man für die gesuchte Höhe des Flusses 17 Zoll 9 Puncte. Man hat mit dieser Röhre, so wie auch mit der P. Glasröhre viele andere Versuche, theils an denselben Stellen im Flusse, theils unter der

Schutzöffnung des Regulators angestellt und gefunden, daß die Erhöhungen des Wassers in allen diesen Röhren mit einander vollkommen übereinstimmen.

Betrachtungen über den Gebrauch des Quadranten.

§. 55.

Nach dem oben erwähnten Schreiben des Hrn. D. Theodor Bonati scheint es, daß die, aus den mit dem Quadranten angestellten Versuchen, gezogene Folgerung, daß, (jedoch nicht in der Nähe des Bodens,) zu größern Tiefen auch allemahl größere Geschwindigkeiten in einem Flusse gehören, nicht ganz zuverläßig sey, und zwar wegen der im (114. §.) des ersten Bandes von mir angeführten Schwierigkeiten. In diesem Briefe pflichtet er mir, nach einigen mit der P. Röhre gemachten Versuchen, welche von den unsrigen nicht verschieden sind, darin bey, daß in einem und demselben Querschnitte merklich gleiche Höhen zu verschiedenen Tiefen gehören. Daher ist er geneigt, eine gleichförmige Bewegung durch den ganzen Wasserkörper anzunehmen. Dieses kann man im Allgemeinen weder einräumen noch leugnen. Denn es können Fälle vorkommen, wo beydes, aber auch Fälle, wo keines Bestätigung findet; allein es ist jederzeit nothwendig auf die Umstände zu sehen; gerade auf die Art, auf welche uns die angeführten Versuche bey der Anwendung der Regel der beyden Querschnitte und bey dem Gebrauch der P Röhre, aufmerksam machten: noch weit mehr Aufmerksamkeit erfordert der Gebrauch des Quadranten, obgleich dieses Werkzeug auf den ersten Anblick sehr einfach und geometrisch zu seyn scheint. Denn in der Ausübung ist der Gebrauch dieses Werkzeuges mißlich und schwer, so, daß es bis jetzt noch nicht gelungen ist, eine mit demselben gemachte Erfahrung, mit irgend einem andern, auf andere Arten angestellten Versuche zu vergleichen, ob sich gleich viele Gelehrte zu Gunsten desselben erklärt haben. Der wichtigste Umstand besteht wohl darin, daß man sein Augenmerk auf die Beschaffenheit des abzumessenden Querschnittes richte, ob dieser nehmlich ganz frey oder zum Theil oder ganz beschränkt oder ob das Wasser durch ein Ausstau erhöhet worden sey. Denn bey dem freyen Querschnitte stimmen alle Methoden leicht überein, allein dieses geschiehet nicht in den andern Fällen, welche sich viel häufiger ereignen. Ueberhaupt aber kann man doch, wenn nicht ausserordentliche Umstände eintreten, von dem Quadranten behaupten, daß mit jeder Verlängerung des Fadens und mit jeder Herabsenkung seines Mittelpunctes, der Abweichungswinkel und mit diesem auch die wirkende Kraft des Wassers, folglich auch die Geschwindigkeit wächst, und daß bey gleichen Abweichungswinkeln, auch die wirkenden Kräfte gleich sind, wofern nur die Einsenkungen nicht bis auf eine zu große Tiefe gehen oder mit Pendeln geschehen, deren specifisches Gewicht der Kraft des fließenden Wassers proportional ist, welches aber nicht so leicht zu bestimmen ist.

Von dieser Beschaffenheit sind zufälliger Weise die im (114. §.) des ersten Bandes angeführten Einsenkungen, vornehmlich die Einsenkungen des fünften und sechsten Versuches, wo mit der allmähligen Verlängerung des Fadens auch der Abweichungswinkel zunimmt, und wo also deren Tangenten die auf die Kugel wirkenden Kräfte vorstellen.

Im Sommer des Jahres 1769 floß das Wasser im Mühlgraben unter unserer

Brücke unter einer Höhe von 40 Zollen, allein beynahe immer wurden wir durch häufige Störungen und Zufälle von unserm Vorhaben abgehalten. Jedoch will ich einige hiervon anführen.

Am 20sten Jul. lag der Mittelpunct des Quadranten 60 Zoll 7 Linien über dem Wasserspiegel des Grabens, das Gewicht der Kugel betrug 8 Turiner Unzen oder 4608 Gran.

No.	Länge des Fadens in Fuß ausgedruckt.	Abweichungswinkel in Graden und Minuten angegeben.	Kugeleinsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	5'. 6''.	21°. 30''.	4''. 8'''.
2	6'. 0''.	30.	9''. 8'''.
3	7'. 0''.	38.	17''. 10'''.
4	8'. 0''.	40.	22''. 6'''.
5	9'. 0''.	40.	25''. 4'''.
6	10'. 0''.	40.	28''. 1'''.

Am Abende desselben Tages war der Mittelpunct des Quadranten 65''. 4'''. über dem Wasserspiegel, und das Gewicht der Kugel 8 Unzen.

No.	Länge des Fadens in Fuß ausgedruckt.	Abweichungswinkel in Graden und Minuten angegeben.	Kugeleinsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	9'. 0''.	35°.	19''. 7'''.
2	10'. 0''.	36.	23''. 0'''.
3	12'. 0''.	51. dieEinf.würde seyn.	53''. 5'''.

Die Höhe des fließenden Wassers betrug 40''. und also berührte die Kugel den Boden, ein Umstand worüber man bey größern Tiefen und schnellen Flüssen schwer zur Gewißheit gelangen kann.

Am 14ten September war der Mittelpunct des Quadranten 40''. über dem Wasserspiegel, und die Kugel von dem vorhin angezeigten Gewichte.

No.	Länge des Fadens in Fuß ausgedruckt.	Abweichungswinkel in Graden und Minuten angegeben.	Kugeleinsenkungen in Zollen und Linien angegeben.
1	4'. 0''.	24°.	3''. 10'''.
2	4'. 6''.	27°.	8''. 3'''.
3	5'. 0''.	22'. 30''.	15''. 5'''.

Da man nun auch die P. Röhre bey diesen drey genannten Versuchen auf die gedachten Tiefen von 3''. 10'''.; 8''. 3'''. und 15''. 5'''. ins Wasser senkte, so wurden die Erhöhungen des Wassers in der Röhre über die äussere Oberfläche 16; 20 und 10 Linien gefunden. Die erste dieser Beobachtungen überzeugt uns, selbst bey einem vorgefallenen Irrthum von einigen Graden in Ansehung des Abweichungswinkels, bis zur größten Deutlichkeit, daß die Geschwindigkeiten in der Nähe des Wasserspiegels geringer als bey einiger Tiefe sind; und die vierte, fünfte und sechste Einsenkung bey dem ersten Versuche zeigen, daß die Geschwindigkeiten bey gleichen Abweichungswinkeln, unter der Tiefe von 22''. 6'''.; 25''. 4'''.; 28''. 1'''.; beynahe gleich sind. Dagegen beweiset die dritte am 25sten September gemachte Beobachtung, daß bey der Tiefe von 18''. 5'''. die Geschwindigkeit kleiner, als an den weniger tiefen Stellen war. Dasselbe beweiset auch die geringere Erhöhung des Wassers der daselbst eingesenkten Röhre. Und weil damahls das Wasser sehr hoch war und dieser Wasserstand während des ganzen Herbstes und Decembers fortdauerte, so wurde uns dadurch der Vortheil entzogen, mehrere andere Versuche anzustellen.

Beschreibung der hydraulischen Schnellwage nebst einigen damit angestellten Versuchen.

§. 36.

Um nun die Wirkung des Stoßes des fließenden Wassers gegen eine ihm gerade entgegengesetzte Ebne zu schätzen, so wurde zur gedachten Schnellwage eine kleine Maschine (Fig. 41.) von folgender Gestalt verfertiget.

Sie besteht vornehmlich aus einer eisernen Stange, welche mit einer andern unter rechten Winkeln verbunden ist und durch welche sie in zwey Arme von ungleicher Länge abgetheilt wird. Der längere beträgt 38, der kürzere aber nur 8 Zoll, und endiget sich in eine Kugel oder ein Stück Bley, um dadurch dem längern Arm das Gleichgewicht zu halten. Dieser Arm ist in Fuße, Zolle und Linien nach Pariser Maße abgetheilt und am Ende mit einem Haken versehen, der mittelst eines Ringes auf der Stange verschoben werden, und an dem man eine Wagschale mit verschiedenen Gewichten anbringen kann.

Auch die andere Stange ist in Fuße, Zolle und halbe Zolle eingetheilt und ist im Ganzen 63 Zolle lang. In seinem obern Ende befinden sich 11 Löcher, die immer 3 Zoll weit von einander abstehen. Die unterste Oeffnung ist vom untern Ende 52½ Zolle entfernt. An dieser Stelle ist eine viereckige Platte befestigt, deren jede Seite 8''. 5'''. 9^{IV}. hält, deren Flächeninhalt einen halben Quadratfuß beträgt. Diese quadratförmige Platte besteht aus Messing und wir wollen sie die Stoßplatte nennen. Ist diese gegen das Wasser gerichtet, so zeigt die sie haltende Stange sich von der schmalen Seite, um das gegen sie wirkende Wasser zu vermindern.

Die Stange erhält sich auf eisernen Zapfen ruhend, im Gleichgewicht. Der Theil worin jeder Zapfen befestiget ist, ist am Anfange unbeweglich, kann aber nachher längst den Einschnitten eines großen vertical stehenden Rahmens auf und nieder geschoben werden. (Fig. 42.) Alles dieses wird von einem schweren viereckigen Fußgestelle getragen, damit

die Maschine während der Versuche fest und unverrückt stehen bleibt. An den vier Ecken des Fußgestelles befinden sich 4 Schrauben womit man die Säulen anziehen und senkrecht stellen kann.

Im obern Theile des kleinen Rahmen ist ein Widerstand und in diesem eine 15 breite und 50 Linien lange Oeffnung, dadurch geht das obere Ende der Stange damit selbige nicht oscilliren oder Winkel machen könne, welche bedeutend von der verticalen Richtung abweichen.

Jede der beyden senkrecht stehenden Säulen lassen den kleinen zur Unterstützung nöthigen Rahmen einen 3 Fuß langen und 9 Zolle breiten Spielraum, und beyde behalten eine parallele Lage gegen einander.

Alles ist nun so eingerichtet, daß wenn die Stange mit der Stoßplatte vertical steht, die andere mit den Gewichten eine horizontale Richtung hat. Wenn daher irgend eine Kraft gegen die Platte stößt, so verläßt die Stange, woran sie befestigt ist, ihre verticale Richtung. Diese bewegende Kraft läßt sich nun aus dem an der horizontalen Stange beweglichen und angebrachten Gewichten messen, wenn man ausser dessen Größe noch die Entfernung desselben vom Bewegungspuncte bemerkt.

Dieser Punct liegt 2'. 8''. 5'''. von dem untern Ende der Stange und 2'. 6''. 7'''. vom obern und 11 Linien von der Mitte.

Das Gewicht der Stange beträgt 69 Unzen 498 Gran und das Gewicht der Platte nebst ihrem Zubehör, als Ringe, Schrauben rc. 44 Unzen 332 Gran.

Der Schwerpunct der Platte ist von ihrem untern Rande 4''. 4'''. 4''''. und von dem obern 4''. 1'''. 5''''. und die Stange nebst der Platte zusammen, wiegen 114 Unzen 254 Gran.

Der Bewegungspunct findet sich 10 Linien unter jeder Oeffnung, wodurch die Stange fest gehalten wird. Um also den Abstand des Schwerpunctes der Schaufel vom Bewegungspuncte zu erhalten; so muß man von der ganzen Länge mit Inbegriff der Oeffnung, worin die Stange befestiget ist und von ihrem untern Theile jederzeit 4''. 5'''. 2''''. 4'''''. abziehen.

Der Gebrauch dieser Maschine ist sehr einfach, denn anfänglich stellt man die eine Stange völlig vertical und folglich die andere horizontal und erniedriget alsdann, die Platte so lange bis sie mit ihrem untern Rande ins Wasser kommt. Alsdann senkt man sie 8''. 5'''. 9''''. d. h. durch ihre ganze Höhe herab. Hierauf hängt man an die horizontale Stange ein Gewicht, welches man vermehrt oder vermindert, je nachdem sie sich nach der einen oder andern Seite des Bewegungspunctes hinzieht, dieses geschieht so lange bis die erste Stange, selbst bey dem fortdauernden Anstoß an die Platte, in verticaler Richtung hangen bleibt; worauf man alsdann so wohl die Größe als auch den Abstand des Gewichtes vom Bewegungspuncte bemerkt.

Dasselbe Verfahren muß man auch bey jeder andern Einsenkung der Platte bis auf jede Tiefe unter dem Wasserspiegel beobachten.

Multiplicirt man hierauf das an der Stange hangende Gewicht mit seiner Entfernung vom Bewegungspuncte, so ist das Product das Moment der Kraft womit das Wasser gegen die Platte stößt. Dividirt man nun dieses Moment durch den Abstand des Schwerpunctes vom Bewegungspuncte, so ist der Quotient dem Gewichte einer

Wassersäule gleich, dessen Grundfläche die Hälfte eines Quadrats und dessen Höhe folgendermaßen gefunden wird. Wenn man nun weiß daß 1 Par. Cubf. 70 oder nach unsern Versuchen genau 69 Pfund oder 1104 Unzen beträgt, so wird ½ Cubf. auch 552 Unzen wiegen. Allein ein halber Cubf. Wasser hat eine Höhe von 12". wenn die Grundfläche ½ Quadratfuß ausmacht. Es verhält sich daher die Zahl von 552 Unzen zu dem aus Erfahrung bestimmten Gewichte wie die Höhe von 12 Zollen zur vierten Proportionalzahl, welche die verlangte Höhe der Wassersäule angiebt.

Erster Versuch.

Als am 28sten September 1768 das Wasser durch den Zuführungscanal an der dritten Scale eine Höhe von 11 Zollen hatte, so senkte sich die Platte, ihrer ganzen Höhe nach ein und man fand die Entfernung ihres Schwerpunctes von dem Bewegungspuncte 48". 3'''. 8^{IV}., wo zum Gleichgewicht 25 Tur. Pfunde, die in einer Entfernung von 28". 7'''. vom Bewegungspuncte an der horizontalen Stange hingen, erfordert wurden.

Da nun die Platte 3". tiefer eingesenkt wurde, so war ausser den 25 Pfunden in einer Entfernung von 36 Zollen, noch ein Gewicht von 5 Pfund 10 Unzen in einer Entfernung von 36". 6'''. nöthig.

Die erste Einsenkung, nach welcher man 25 Pfund mit 28". 7'''. zu multipliciren hat, giebt ein Moment von 714. 7. Dividirt man diese Zahl durch 48". 3'''. 8^{IV}. so erhält man zum Quotienten 16 Pfund 10¼ Unzen, etwas mehr als 202 Unzen.

Multiplicirt man nun für den zweyten Fall erstlich die 25 Pfund mit 36 und dann noch 5 Pfund 10 Unzen mit 36". 6'''. so ist die Summe beyder Producte 900 und 178 = 1078 das Moment, welches durch 51". 3'''. 8^{IV}. dividirt, für das Gewicht der Wassersäule 252 Unzen giebt. Nun verhält sich 552 Unzen zu 202 Unzen wie 12". zu 4". 4'''. welche die Höhe der Wassersäule bey der ersten Einsenkung ist, und in Ansehung des andern Falles verhält sich 552 Unzen : 252 Unzen = 12". : 5". 5'''., welches die zur zweyten Einsenkung gehörige Höhe der Wassersäule ist.

Zweyter Versuch.

Am 21sten October wurde die Platte 9". tief in den Mühlengraben gesenkt, d. h. sie war ½ Zoll unter dem Wasserspiegel, und ihr Schwerpunct war vom Bewegungspuncte 48". 3'''. 8^{V}. und war mit einem Gewicht von 52 Tur. Pfund, welche in einer Entfernung von 22". 6'''. angebracht war, im Gleichgewicht.

Hier wurde nun auch die P. Röhre eingesenkt und die ganze Wasserhöhe betrug 5". 10'''., allein der Theil der sich über den Wasserspiegel erhob, 1". 10'''.

Als die Platte noch einmahl so tief eingesenkt wurde, so wurden noch 25 Pfund in einer Entfernung von 22". 6'''. zum Gleichgewicht erfordert. Bey der P. Röhre, die 10". tief eingesenkt wurde, machte die ganze Höhe 11". 10'''. und die Erhöhung über den äussern Wasserspiegel wie vorhin 1". 10'''.

Nachdem die Platte noch 6". tiefer ins Wasser gesenkt wurde, so wurden zum Gleichgewicht 25 Pfund in einer Entfernung von 24". 6'''. erfordert. In der Pitot-

schen Röhre, welche 16 Zoll tief eingetaucht war, stand das Wasser 18''. 1'''. hoch und der Ueberschuß über den äussern Wasserspiegel war ungefähr 2''. Bey einer Tiefe von 22 und hierauf von 28 Zollen, war dort die Wasserhöhe 24 und hier 30 Zolle und die größere Erhöhung über den Wasserspiegel betrug bey diesen Einsenkungen 2 Zolle.

Nach dieser Erfahrung stimmen die beyden ersten Einsenkungen, mit der Röhre darin überein, daß sie merklich gleiche Geschwindigkeiten geben; bey der dritten aber eine etwas größere. Bey den folgenden tiefern Einsenkungen giebt die Röhre beynahe gleiche Geschwindigkeiten, doch etwas größere wie bey den ersten.

Die folgenden Versuche würden noch genauer ausgefallen seyn, weil sich alle Theile der Maschine schon besser und leichter regieren ließen, allein die anhaltende Dürre dieses Jahres gestattete uns nicht solche Tiefen zu nehmen, als man zu diesem Ende wünschte.

Dritter Versuch.

Am 14ten September 1769 wurde die Stoßplatte ganz bis unter den Wasserspiegel herabgelassen, und bey dem 42''. 3'''. 8''''. weiten Abstande ihres Schwerpunctes vom Bewegungspuncte war zum Gleichgewicht in einer Entfernung von 28''. 1'''. ein Gewicht von 14 Pfund nöthig.

Bey der doppelten Tiefe d. i. noch um 8''. 5'''. 6''''. wurden noch ausserdem 14 Pfund in einer Entfernung von 24 Zollen zum Gleichgewicht erfordert.

Bey der nochmahligen Erniedrigung des Mittelpunctes des Werkzeuges um 6''. 8'''., waren zum Gleichgewicht noch 10 Pfund in einem Abstande von 26''. 9'''. nöthig.

Die geringe Wasserhöhe und die Unregelmäßigkeit des Bodens des Canals schwächen wenigstens zum Theil die Kraft der anstoßenden Wassertheile; indeß werde ich in dieser Rücksicht gleich nachher noch eine andere Ursache dieser Verminderung angeben.

Vierter Versuch.

Am 26sten September war die Platte völlig bis unter den Wasserspiegel eingesenkt, ihr Schwerpunct lag vom Bewegungspuncte 45''. 3'''. 8''''. weit ab, und zum Gleichgewicht gehörten 14 Pfund in einer Entfernung von 31''. 9'''. Da nun dieser Punct der Platte nach und nach immer 3''. tiefer ins Wasser gesenkt wurde, so hielten die 14 Pfund dem darauf wirkenden Wasser unter den Entfernungen von 30''. 9'''.; 29''. 3'''.; 27''. 9'''.; 26''. 0'''.; 24''. 3'''.; 23''. 3'''.; 21''. 3'''. das Gleichgewicht.

Bey der letzten Einsenkung waren 10 Pfund anstatt 14 Pfund in einer Entfernung von 29''. 9'''. zum Gleichgewichte nöthig.

Es nimmt daher das Moment, welches zuerst 444. 6 gefunden wurde, nach dem Verhältnisse der Entfernungen desselben Gewichtes von 14 Pfund ab und wird am Ende 297. 6.

Fünfter Versuch.

Am 27sten September d. M. wurde derselbe Versuch noch einmahl auf die beschriebene Art angestellt. Ein Gewicht von 10 Pfunden wurde unter den Entfernungen von 33''. 4'''.; 35''. 0'''.; 35''. 0'''.; 34''. 3'''.; 32'''. 3'''.; 30''. 3'''.; 28''. 6'''.; 25'''. 0'''. zum Gleichgewicht erfordert.

Auch wurde die P. Röhre hier 5 Mahl bis auf folgende Tiefen, nehmlich 4''. 6'''.; 7''. 6'''.; 10''. 6'''.; 13''. 6'''.; 16''. 6'''. eingetaucht, die vollständigen Wasserhöhen waren 6''. 0'''.; 9''. 0'''.; 11''. 9'''.; 17''. 9'''.; und daher die Erhöhungen über den äussern Wasserspiegel 18'''.; 18'''.; 15'''.; 15'''.; 15'''.

§. 38.

Auch in diesem Versuche fand man mit beyden Werkzeugen eine größere Geschwindigkeit in der Nähe des Wasserspiegels als am Boden; allein die Schnellwage giebt eine beständige Abnahme an, nicht aber die Röhre. Die oben bemerkte Beschaffenheit des Wassers gestattete uns nicht mehrern Versuchen auf größere Tiefen auszudehnen. Indeß bemerken wir, daß die allmählige Abnahme der Momente welche bey der Schnellwage erfolgte, nicht der abnehmenden Geschwindigkeit allein zuzuschreiben sey, sondern vielmehr dem Widerstande, welchen das Wasser bey der Bewegung der Schaufel verursacht, indem sich diese nicht bewegen läßt, ohne einen bestimmten Wasserkörper mit in die Höhe zu heben, und diese Wassermasse drückt wie stillstehendes Wasser gegen die Schaufel, durch welche es erhoben wird, und dieser Druck nimmt nach dem Verhältnisse der Wassertiefe zu. Daher geschehen die schwankenden Bewegungen der Stange mit einer sehr großen Kraft, mehr als die fortschreitende Bewegung des simplen Druckes, so, daß das gegen die Schaufel wirkende Wasser nach einer Richtung bewegt werden muß, welche von der Richtung des Flusses verschieden ist, und daher verursacht es mit seinem Gewichte nothwendiger Weise einen Widerstand bey der Erhöhung der Platte.

Da wir nun keine Erfahrungen bey größerer Tiefe anstellen konnten, so wurde eine andere von größerer Wichtigkeit gemacht, welche das was bisher in dieser Hinsicht gesagt worden ist, in das gehörige Licht setzt, und besonders die von Newton in der zweyten Folgerung des 36sten Satzes in dem zweyten Buche seiner Prinzipien der Philosophie behaupteten Wahrheit, ganz ausser allem Zweifel setzt.

Sechster Versuch.

Am 19ten October brachte man eine cylindrische 8 Zoll lange Röhre von 1 Zolle im Durchmesser an der Oeffnung des untersten Geschosses des Thurms an. Der Wasserstrahl durch diese Röhre fand sich nach den im ersten Bande beschriebenen Versuchen ungefähr 0''. 7'''. 6''''. Nun wurde in einer sehr geringen Entfernung von der äussern Mündung der Röhre der Mittelpunct der Platte angebracht, welcher von dem Mittelpunct der Bewegung 36''. 3'''. 8''''. entfernt war. Hierauf wurde der Thurm angefullt, die Röhre geöffnet und das ausfließende Wasser stieß mit großer Heftigkeit gegen die Platte. Während der Dauer dieses langen Versuches erhielt sich das Wasser beständig 21'. 7''. 10'''. oder 259''. 10'''. über der Oeffnung der Röhre und war

1) mit 20 Pfunden in einem Abstande von 28''. 10'''.
2) mit 16 Pfunden in einem Abstande von 36''. 2'''. und
3) mit 25 Pfunden in einem Abstande von 23''. 1'''. im Gleichgewicht.

Multiplicirt man nun diese Gewichte mit den respectiven Entfernungen von dem Be-

Bewegungspuncte, so erhält man für die Momente $576\frac{2}{3}$, 578^2 und 577, davon ist das Mittel $577\frac{4}{6}$. Dividirt man nun $577\frac{1}{6}$ durch den Abstand des Mittelpunctes der Platte vom Bewegungspuncte d. i. $36'.\ 3'''.\ 8^{IV}$. so findet man 15 Turiner Pfunde oder 191 Unzen für das Gewicht des an die Platte stoßenden Wassers.

Multiplicirt man nun anderer Seits den Querschnitt des Wasserstrahles von $0^{q''}.\ 7^{r''}.\ 6^{q'''}$. durch die Röhre, mit der über der Oeffnung stehenden Wassersäule d. i. mit $259''.\ 10'''$.; so findet man $162^{c''}.\ 4^{a''}.\ 9^{b''}$. Rechnet man nun den Pariser Cubf. zu 69 Unzen und also den Cubz. zu 368 Gran; so wiegen $162^{c''}.\ 4^{a''}.\ 9^{b''}$. nach diesen Angaben 59761 Gran d. i. $103\frac{3}{4}$ Unzen oder 8 Pfund 7 Unzen 433 Gran Turiner Gewicht, wovon das Doppelte 17 Pfd. 3 Unz. 290 Gr., welches nach dem Newtonschen Corollario genau die Kraft ausmacht, welche die Größe der Bewegung des durch die Röhre ausfließenden Wassers erzeugt, und diese Kraft beträgt etwas mehr als das gefundene Gewicht von 15 Pfunden 11 Unzen.

Diese kleine Differenz zwischen der Theorie und der Erfahrung kann man sehr leicht der Menge von Schwierigkeiten zuschreiben, welche es unmöglich macht, mit der größten Genauigkeit zu verfahren, indem es keine so vollkommene Werkzeuge giebt, wodurch nicht sehr kleine Theile der Abmessungen unbemerkt bleiben.

An demselben Tage wollte man zwar noch mit einer Röhre von doppeltem Durchmesser einen Versuch machen; allein nach geschehener Eröffnung stürzte der Wasserstrahl mit einer solchen Heftigkeit heraus, daß die Maschine zurückgestoßen wurde, die Brücke einriß und wir mit Wasser so bedeckt wurden, daß wir uns nicht geneigt fühlten, zu diesem Unternehmen noch einmahl zurück zu kehren.

Hydrometrische Zugabe.

Da sich nun alles, was bisher gesagt und die Versuche, welche in beyden Bänden beschrieben worden sind, auf die Begründung der Principien und auf die Auflösung der Schwierigkeiten beziehen, welche sich der Ausübung entgegenstellen, und jede, in anderer Hinsicht noch so vorzügliche Theorie, welche der Ausübung weder Vortheil, noch Erleichterung, noch Bequemlichkeit gewähret, höchstens eine Sache der Neugierde ist; so glaube ich diesen Theil damit beschließen zu dürfen, daß ich zeige, wie man die Berechnung der durch gegebene Oeffnungen oder Querschnitte, erhaltenen Ausflußmengen, nach der Art wie es bey uns gewöhnlich ist und die auch auf jede andere Landessitte ausgedehnt werden kann, auf dem einfachsten Wege vornehmen könne. Denn diese Rechnungsart verwickelt, ungeachtet ihrer Simplicität, nicht bloß Practiker in Schwierigkeiten, sondern auch selbst diejenigen, welche sonst sehr geschickte Rechner sind. Und da man auf keine einfachere und bequemere Methode hoffen kann, so war ich darauf bedacht, diesen zweyten Band mit denjenigen Gegenstand zu beschließen, den ich im ersten bereits berührt habe, ohne jedoch hier dasselbe noch einmahl zu wiederholen, was dort bereits gesagt worden ist; nur soll es hier mit Anwendung auf einige Formeln geschehen, die zur Bestimmung der Abmessungen einer Oeffnung oder eines Querschnittes höchst einfach und nothwendig sind, durch welchen eine gewisse gegebene Wassermenge durchströmen soll. Es ist wahr, daß wenn ich mich an die Eleganz allein binden wollte, ich dieses mit einer allge-

meinen Formel allein thun könnte; allein dann wäre zu befürchten, daß diejenigen, welche in algebr. Rechnungen weniger geübt sind, wieder, falls sie sich derselben bedienen wollten, auf andere Schwierigkeiten stoßen könnten.

§. 39.

In Piemont wie auch in einigen benachbarten Provinzen der Lombardei bedient man sich zur Messung der Gewässer eines Wassermaßes, Ruota oder Quadretto genannt, und versteht unter diesem Ausdrucke diejenigen Wassermenge, welche in einer gegebenen Zeit, durch eine rechtwinklige Oeffnung von einem Fuß in jeder Seite ausströmt, und die unter der Oberfläche des als stillstehend betrachteten Wassers, angebracht ist. Ein solches Maß besteht aus 12 gleichen Theilen, die man Unzen nennt. Wir haben hier jedoch nicht aus Eigensinn oder Neuerungssucht zwey Arten dieser Ruote, nehmlich die größere und kleinere von einander unterschieden. Jene hält $4^{c1}. 1^{z1}. 4^{b1}$. und diese $2^{c1}. 6^{z1}. 3^{b1}$. d. h. so groß ist die Wassermenge durch die gedachte Oeffnung in 1 Secunde. Dieses ist deßhalb geschehen, weil diese Wassermengen als zwey Grenzen von der Natur selbst bestimmt sind. Die größere würde man erhalten, wenn das Wasser bey dem Ausflusse durch die Oeffnung von einem Quadratfuße durchaus keine Hindernisse anträfe, und sie nähert sich dieser Größe, je mehr dieselben durch Röhren oder Ansätze vermindert werden. Dagegen läßt sich diese Menge durch keine Kunst über die angegebene Größe vermehren. Die andere Menge aber ist diejenige, welche man unter der Mitwirkung der gewöhnlichen Hindernisse durch die gedachte Oeffnung erhält.

[Man s. die in den (67sten §.) eingeschaltete Anm.]

§. 40.

Dieses vorausgesetzt, sey die unter dem als stillstehend betrachteten Wasserspiegel, genommene senkrechte Höhe eines Fußes $= a$; so läßt sich die gesammte Geschwindigkeit, welche mit jedem Puncte dieser Höhe zusammengehört, mit $a\sqrt{a}$ bezeichnen. Ist nun jede andere veränderliche Höhe, welche auf dieselbe Art unter dem Wasserspiegel genommen wird $= x$; so läßt sich der Inbegriff der Geschwindigkeiten, welche mit jedem Puncte der Höhe x zusammengehören durch $x\sqrt{x}$ vorstellen. Ist nun überdieß m die Breite einer Oeffnung oder eines Querschnittes, wozu die Höhe x gesucht wird, vermöge welcher eine gegebene Wassermenge von n Ruot. in einer bestimmten Zeit ausfließen soll, so erhält man die Gleichung $mx\sqrt{x} = na\sqrt{a}$, beyde Theile quadrirt, giebt $m^2 x^3 = n^2 a^3$, folglich $x^3 = \frac{n^2 a^3}{m^2}$ und endlich $x = a\sqrt[3]{\frac{n^2}{m^2}}$ welches die erste Formel ist.

Erstes Beyspiel.

Will man nun 5 Ruot. Wasser durch eine rechtwinklige, drey Fuß breite Oeffnung, deren Höhe unter dem Wasserspiegel x ist; so ist in diesem Falle $m = 3$, $n = 5$ und da $a = 1$ Fuß d. i. 12 Unzen ist, $\frac{n^2 a^3}{m^2} = \frac{25 \times 1728}{9} = 4800$, also die gesuchte Höhe $x = \sqrt[3]{4800} = 17$ Unzen sehr nahe.

Wenn man nun die gegebene Breite $5'. 0''. 0'''$. mit der gefundenen Höhe $1'. 5''$.

$0'''$. wirklich multiplicirt, so ist der Flächeninhalt der Oeffnung $4^{q''}. 3^{r''}. 0^{q''}$. Multiplicirt man nun dieses Product mit der Quadratwurzel aus 4. 5. 0, welche $1'. 2''. 3'''$. giebt; so erhält man für die Ausflußmenge $5^{c'}. 0^{b'}. 0^{a'}$.

Zweytes Beyspiel.

Wollte man 9 Unzen Wasser, durch eine 2 Fuß breite Oeffnung; so ist hier $m = 2$, $n = \frac{3}{4}$ einer Ruot. oder 9 Unzen, folglich $\frac{n^2 a^3}{m^2} = \frac{9 \times 1728}{4.\ 16} = 243$ und also $x = \sqrt[3]{243} =$ 6 Unzen 3 Puncte.

Multiplicirt man nun wirklich die Breite von $2'. 0''. 0'''$. mit der Höhe $0'. 6''. 3'''$. so ist der Flächeninhalt der Mündung $1^{c'}. 0^{a'}. 6^{b}$. Diese Zahl mit der Quadratwurzel aus 0. 6. 3 d. i. mit $0'. 8''. 8'''$. multiplicirt, giebt für die Ausflußmenge 9 Unzen.

Wäre die Höhe der Oeffnung gegeben, und würde ihre Breite gesucht, so darf man in der obigen Formel nur x als bekannt und m als unbekannt ansehen. Weil nun $m^2 x^3 = n^2 a^3$ ist; so ist $m^2 = \frac{n^2 a^3}{x^3}$ und $m = \sqrt{\frac{n^2 a^3}{x^3}}$.

So würde man im ersten Beyspiele, wo $n = 5$, $x = 1'. 5''. 0'''$. ist, $m = \sqrt{\frac{43200}{4800}} = \sqrt{9} = 3$ Fuß und im andern, wo $n = \frac{3}{4}$ und $x = 0.\ 6''. 3'''$.; $m = \sqrt{\frac{15552}{3888}} = \sqrt{4} = 2$ Fuß finden.

§. 41.

Ist nun die Oeffnung unter einer gegebenen Druckhöhe b angebracht, so ist mit Beybehaltung der obigen Bezeichnung in diesem Falle $m\,(b + x)\sqrt{(b + x)} - m b \sqrt{b} = n a \sqrt{a}$ oder auch $m \sqrt{(b + x)^3} = n \sqrt{a^3} + m \sqrt{b^3}$, dividirt man durch m und quadrirt alsdann beyde Theile, so ist $(b + x)^3 = \frac{n^2 a^3 + m^2 b^4 + 2 m n a b \sqrt{ab}}{mm}$, und ziehet man nun auf beyden Seiten die Cubikwurzel aus, so hat man $b + x = \sqrt[3]{\left(\frac{n^2 a^3 + m^2 b^4 + 2 m n a b \sqrt{ab}}{mm}\right)}$ und also $x = \sqrt[3]{\left(\frac{n^2 a^3 + m^2 b^4 + 2 m n a b \sqrt{ab}}{mm}\right)} - b$ welches die Formel für den zweyten Fall ist.

Es sey $n = 2$, $m = 4$ und die Höhe des Druckwassers = 3 Unzen, so ist $x = \sqrt[3]{\left(\frac{10800}{16}\right)} - 3$ oder $\sqrt[3]{(675)} - 3 = 8$ Unzen 9 Puncte weniger 3 Unzen d. i. $x = 5$ Unzen 9 Puncte.

Wäre aber die gegebene Höhe $x = 5$ Unzen 9 Puncte und man suchte die Breite m, so würde alsdann die Formel $m^2 - \frac{2 n a b \sqrt{ab} \times (m - n^2 a^3)}{3 b^2 x + 3 b x^2 + x^3} = 0$ welches eine quadr. Gl. ist.

§. 42.

Wäre nun die Höhe des Druckwassers unbekannt, dagegen die Breite und Höhe der Mündung gegeben, so würde man in diesem Falle, wenn man die Höhe des Druckwassers suchen wollte, um daraus die gegebene Wassermenge für eine gewisse Zeit zu bestimmen, $m^2\,(b + x)^3 = n^2 a^3 + m^2 b^3 + 2 m n a b \sqrt{ab}$ erhalten. Ordnet man nun die Glieder dieser Gleichung nach den Dimensionen der unbekannten Größe b; so erhält man zuerst $m^2\,(3 b^2 x + 3 b x^2 + x^3) = n^2 a^3 + 2 m n a b \sqrt{ab}$. Wollte man nun den Werth von $\sqrt{ab}$ aus dieser Gleichung wegschaffen; so würde die unbekannte Größe b bis auf die

vierte Diemension steigen und man würde also eine Gleichung vom vierten Grade haben, worin die Coefficienten der verschiedenen Glieder sehr zusammengesetzt wären und die Berechnung würde selbst vermittelst einer bloßen Approximation doch sehr mühsam seyn.

§. 43.

Will man aber diesen Fall auf eine reine Gleichung vom dritten Grade bringen, so setze man die gegebene Wassermenge = q, die Breite der Oeffnung = f, die Höhe = b, so wird $\frac{q}{bf}$ die mittlere Geschwindigkeit durch die gegebene Oeffnung ausdrucken, welche zu einer Höhe gehört, welche jene zu bewirken fähig ist. Wenn man nun diese zu finden weiß und die gefundene Höhe = a setzt; so wird diese an einer Stelle anfangen, welche höher liegt als das Druckwasser ist und sich an einer andern endigen, die in der Höhe b liegt und dieser Punct ist der Mittelpunct der Geschwindigkeiten durch die besagte Höhe b. Der unbekannte Rest dieser Höhe b, sey x und die ganze Axe der Parabel = a + x, wozu eine Geschwindigkeit, die sich wie $\sqrt{(a+x)}$ verhält gehört und es wird $\frac{2}{3}(a+x)\sqrt{(a+x)}$ den Inbegriff aller Geschwindigkeiten ausdrucken, welche zu jedem Puncte der Axe a + x gehören d. h. dieser Ausdruck wird den Flächeninhalt der halben Parabel angeben, wovon der Flächeninhalt $\frac{2}{3}a\sqrt{a}$ welche zur Axe a gehört, abgezogen, die Hälfte des Flächeninhaltes des parabolischen Trapeziums übrig lassen wird, welches den Inbegriff der, jedem Puncte der Höhe b zugehörigen Geschwindigkeiten vorstellt. Der Inhalt eines solchen Trapeziums aber wird gefunden, wenn man die mittlere d. i. die wirkliche Geschwindigkeit $\frac{q}{bf}$ in die Höhe b multiplicirt. Nimmt man anstatt der wirklichen, die relative Geschwindigkeit d. i. $\sqrt{a}$; so wird $\frac{b\sqrt{a}}{2}$ der Ausdruck für die Hälfte des gedachten Trapeziums seyn. Daraus erhält man $\frac{2}{3}(a+x)\sqrt{(a+x)} - \frac{2}{3}a\sqrt{a} = \frac{b\sqrt{a}}{2}$ oder $\frac{2}{3}(a+x)\sqrt{(a+x)} = \frac{b\sqrt{a}}{2} + \frac{2}{3}a\sqrt{a}$. Multiplicirt man diese Gleichung mit $\frac{3}{2}$ und quadrirt sie alsdann; so erhält man $(a+x)^3 = a^3 + \frac{3a^2b}{2} + \frac{9b^2a}{16}$. Zieht man nun auf beyden Seiten die Cubikwurzel aus; so ist $a + x = \sqrt[3]{\left(a^3 + \frac{3a^2b}{2} + \frac{9b^2a}{16}\right)}$, welches die dritte Formel ist.

Beysp. Wenn wir im vorhergehenden Falle f = 4 Fuß, q = 2 Ruote, die Höhe der Oeffnung $5\frac{3}{4}$ Unzen, so ist der Flächeninhalt der Oeffnung $1^{q'}.\ 11^{r'}.\ 0^{q''}$. Dividirt man nun damit die 2 Route, welche man absolut d. h. ohne Zusammenziehung des Wasserstrahles betrachtet; so erhält man $8^{c'}.\ 2^{s'}.\ 8^{b'}$. für jede Secunde. Dividirt man nun $8^{c'}.\ 2^{s'}.\ 8^{b'}$. durch $1^{q'}.\ 11^{r''}.\ 0^{q'''}$.; so ist der Quotient d. h. die mittlere Geschwindigkeit $4'.\ 3''.\ 6'''$. Will man nun die Höhe bestimmen, welche eine solche Geschwindigkeit zu bewirken fähig ist; so muß man das Quadrat 18. 5. 0 von $4'.\ 3''.\ 6'''$. durch den Parameter 38 dividiren. Nimmt man nun Turiner Fuß und zum Quotienten $5 + \frac{3}{4} + \frac{1}{12}$ Unzen d. i. die Höhe a, die man in der Formel nöthig hat, indem man darin die Werthe von a und b setzt, so findet man $a + x = \sqrt[3]{670} = 8$ Unzen 7 Puncte sehr nahe. Zieht man nun hiervon die gegebene Höhe b = 5 Unzen 9 Puncte ab; so bleibt für die Höhe des Druckwassers 2 Unzen 10 Puncte, für welche man bey einer genauen Rechnung 3 Unzen finden würde.

Anhang.

Physisch-Mathematische Abhandlung,

welche die Resultate der im Jahr 1783 in der Nähe von Turin,

von

Joseph Terese Michelotti

angestellten Versuche

enthält.

Aus dem zweyten Theile der Abhandlungen der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Turin von den Jahren 1784 und 1785 (Turin 1786.)

Aus dem Französischen übersetzt.

Da die hydraulischen Versuche, welche mein Vater im J. 1764 anfing und mehrere Jahre hindurch fortsetzte, glücklicher Weise ganz nach den Wünschen und Absichten des verstorbenen Königes Carl Jmanuel ausgefallen waren; so stellete der H. Graf Lanfranchi dem Könige, welcher so glorreich regierte, vor einigen Jahren den Nutzen vor, welchen man daraus gezogen hätte und den man aus ähnlichen Erfahrungen ziehen könnte, wenn selbige noch ferner fortgesetzt würden. Bey einem so aufgeklärten Fürsten als bey diesem, bedurfte es nichts weiter, um sogleich die nöthigen Veranstaltungen zu deren Fortsetzung angeordnet zu sehen. Mein Vater wurde durch sein hohes Alter an der weitern Ausführung dieser Beschäftigungen gehindert und wünschte daher sehr, daß ich dieses Unternehmen vollenden möchte. Ich machte daher den 21sten Jun. 1783 den Anfang, in der Rücksicht einige Umstände der Practik, durch Versuche über den Ausfluß des Wassers durch quadrat- und kreisförmige Oeffnungen aufzuklären und zwar wie man sagt durch Oeffnungen in dünnen Wänden, oder auch solche, welche mit Ansätzen oder Ausgußstücken oder mit beyden zugleich versehen sind.

Ich beobachtete bey meinen Versuchen den Gang, welchen mein Vater *) genommen hatte, und befolgte dabey die Methode, die er selbst in seinem Werke **) angegeben hat, welches man theils wegen der Beschreibung des Ortes und der Werkzeuge, deren ich mich bedient habe, theils wegen der von mir beachteten Vorsichtigkeitsregeln, nachschlagen muß. Ich habe meine Versuche in drey Tabellen aufgezeichnet. Die erste enthält 21 Versuche mit quadratförmigen Oeffnungen in einer dünnen Wand; die andere enthält deren 11, welche mit kreisförmigen Oeffnungen auch in einer dünnen Wand gemacht worden sind; und die dritte enthält auch 21 Erfahrungen, welche vermittelst der Ansatzröhren und Ausgußstücke angestellt worden sind.

§. 1.

Die sechs ersten Erfahrungen in der ersten Tabelle, wurden immer zwey und zwey durch jede der drey Oeffnungen von 3 Zollen in der Seite, angestellt. Diese waren in

*) Ausser den Versuchen, welche mein Vater angestellt hat, hat er auch selbst alle dazu nöthige Veranstaltungen entworfen und angeordnet, wodurch beyden Monarchen das schönste Denkmahl ihrer Freygebigkeit erhalten worden ist.

**) Man s. die beyden vorigen Bände seiner hydraulischen Versuche.

dünne Messingplatten eingebohrt, welche in drey verschiedenen Höhen des Behälters oder des Thurmes, der während der Dauer eines jeden Versuches voll erhalten wurde, angebracht waren. Die kleinste dieser drey verschiedenen Höhen, welche ich die erste nennen will, betrug höchstens 100 und wenigstens 60 Zolle; die mittlere oder die zweyte ging nicht über 200 und nicht unter 120 Zolle; und die dritte oder größte blieb jederzeit zwischen 240 und 300 Zollen.

§. 2.

Was nun den Flächeninhalt der Oeffnungen von 3 Zollen in jeder Seite betrifft; so hat mein Vater im Jahr 1765 mittelst eines Microscops nach (68. § des ersten Bandes seiner hydraulischen Versuche) entdeckt, daß selbige, ungeachtet aller angewandten Aufmerksamkeit des Künstlers, etwas zu groß ausgefallen waren und er glaubte daher, den Flächeninhalt der zur ersten, zweyten und dritten Höhe gehörigen Oeffnung auf 9,10069; 9,01041 und 9,02199 Quadrz. setzen zu müssen. Diese Werthe habe ich auch meinen Versuchen zum Grunde gelegt.

§. 3.

Dasjenige was ich so eben von den drey verschiedenen Höhen gesagt habe, unter welchen die Oeffnungen angebracht waren, muß von allen andern Erfahrungen verstanden werden. Diejenigen sechs, welche auf die vorhin gedachten unmittelbar folgen, wurden mit einer Oeffnung von 2 Zollen in jeder Seite angestellt. Diese Oeffnung wurde in jeder der drey verschiedenen Höhen befestiget. Allein bey der XIII.; XIV. und XV. bediente ich mich einer einzölligen Oeffnung, an welcher ich gegen Ende des Oct. 1784 bemerkte, daß sie um etwas weniges zu groß war. Was aber die zweyzöllige anbetrifft, so konnte man bey derselben auch selbst nicht mit einem bewaffneten Auge den geringsten Fehler in den Abmessungen entdecken. Diese Bemerkung kann uns wegen der Genauigkeit der Resultate beruhigen und mich der Verbindlichkeit überheben, eine neue Prüfung damit vorzunehmen.

§. 4.

Die sechs andern Versuche wurden mit drey in den verschiedenen Höhen befestigten Platten angestellt. Jede Platte ward mit einer Oeffnung von 2 Zollen in jeder Seite durchbohrt. Aber alle drey hatten inwendig einen Vorsprung von 4'''., welche 6'''. weit von der Seite der Mündung entfernt ist, welche mit dem ausfließenden Wasser unmittelbar in Beruhrung steht. Ich stellte mit jeder dieser Platten so wie mit der ersten, zwey Versuche unter jeden der drey verschiedenen Höhen, an.

In Absicht des Flächeninhaltes ist noch zu bemerken, daß man im J. 1765 entdeckte, daß der Raum von 4 Quadrz. welche die Platten doch nur haben sollten, etwas zu groß ausgefallen war. Der resp. Flächeninhalt der zur ersten, zweyten und dritten Höhe gehörigen Platte betrug gegen 4,039930; 4,004694 und 4,024690 Quadratzoll.

Die in den Tabellen aufgeführten Wassermengen sind von denjenigen zu verstehen, welche jede Oeffnung in dem Zeitraume von 1 Secunde gab. Indeß sind sie durch meh-

mehrere Minuten fortdauernde Versuche bestimmt. Auch habe ich meine Aufmerksamkeit bey den kleinen Oeffnungen darauf gerichtet, die Dauer der Versuche zu verlängern; weil bey diesen letztern kleine Fehler weniger zu vernachläßigen sind, als bey den in größern Oeffnungen angestellten Versuchen.

§. 5.

Nach diesen vorläufig festgesetzten Begriffen muß man sich erinnern, daß zur Bestimmung der durch die Oeffnungen strömenden Wassermenge, die Geschwindigkeit des Wassers beym Ausflusse so groß ist, als diejenige, welche es erlangen würde, wenn es von der höchsten Oberfläche, von welcher der Druck anfängt, herabgefallen wäre, dergestalt, daß, wenn man sich in der Oeffnung eine unzählige Menge horizontallaufender unter einander gezogener Linien vorstellt, das Wasser durch die Gegenden der untern Linien mit einer größern Geschwindigkeit ausfließt, als durch die obern. Indeß giebt es eine mittlere Geschwindigkeit, womit man den Flächeninhalt der Oeffnung, um die ausströmende Wassermenge, welche man die **Ausflußmenge** nennt, zu erhalten, multipliciren kann. Und es giebt unter den Horizontallinien in der Oeffnung **eine**, durch welche das Wasser mit dieser mittlern Geschwindigkeit ausläuft, und die Mitte dieser Linie nennen wir den **Mittelpunct der Geschwindigkeit**. Noch bemerken wir, daß sich die mittlern Geschwindigkeiten der verschiedenen Oeffnungen wie die Quadratwurzeln aus der lothrechten Entfernung vom Mittelpuncte der Geschwindigkeit bis an den Wasserspiegel, welche die, die mittlern Geschwindigkeiten erzeugenden Fallhöhe ausdruckt, verhalten.

§. 6.

Die bisher angestellten Versuche bestätigen sämmtlich die von Newton (*) gemachte Entdeckung, daß nemlich alles durch eine Oeffnung, wie sie auch beschaffen seyn mag, ausströmende Wasser sich zusammenzieht, und daß folglich deshalb die Ausflußmenge weniger beträgt, als sie ohne diesen in neuern Zeiten bemerkten Umstand betragen würde. Daher muß man bey Berechnung der Ausflußmenge auf diese Zusammenziehung Rucksicht nehmen. Dieses geschieht, wie jedermann weiß, wenn man die Wassermenge durch die ganze Ausflußöffnung oder den Flächeninhalt dieser Oeffnung nach dem Verhältnisse dieser Fläche zu dem Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahls vermindert. Nach dem größten Theile der neuern Versuche, wird diese Zusammenziehung bey allen simplen Oeffnungen als gleichbleibend und beständig angegeben, wie auch die Gestalt derselben und die Wasserhöhe im Behälter immer mögen beschaffen seyn. Der einzige Unterschied besteht demnach bloß in der Wahl der einen dieser Methoden vor der andern. Allein welche Methode man auch immer wählen mag, so läßt uns eine geringe Ueberlegung auch übersehen, daß sich die Anzahl der Operationen vermindern und die Ausflußmenge mit der möglich größten Genauigkeit (welches vornehmlich für die Ausübung wichtig ist)

---

*) Principia Math. phil. nat. Lib. II prop. 36. probl. 8.

finden lasse, indem man sämmtliche zur Berechnung der Ausflußmenge nöthige Operationen in eine kurze Formel zusammenfaßt.

§. 7.

Es sey daher
die Ausflußmenge = Q,
die Seite der Ausflußöffnung = a,
deren Flächeninhalt = a^2,
die, die mittlere Geschwindigkeit erzeugende d. h. die compensirte Höhe = A,
der Parameter = p; so wird die Geschwindigkeit = $\sqrt{Ap}$ seyn.

Stellt nun φ^2 den zusammengezogenen Wasserstrahl (im Querschnitte) vor; so bezeichnet $\frac{\varphi^2}{a^2}$ dessen Verhältniß gegen den Flächeninhalt der Ausflußöffnung, eine Zahl, welche durch Erfahrung bestimmt werden muß.

Setzt man nun $K = \frac{\varphi^2}{a^2} \sqrt{p}$ indem $\frac{\varphi^2}{a^2}$ und $\sqrt{p}$ gegebene Größen sind, so wird auch K bekannt seyn und es wird der Ausdruck für die Ausflußmenge d. i. $Q = a^2 K \sqrt{A} = \varphi^2 \sqrt{Ap} = \left(\frac{\varphi^2}{a^2}\right). a^2 \sqrt{Ap}$. Aus der Gleichung $Q = a^2 K \sqrt{A}$ leitet man $K = \frac{Q}{a^2 \sqrt{A}}$ her und sind nun Q, a^2 und $\sqrt{A}$ aus Erfahrung bekannt, so hat man auch die Werthe von K, von φ und $\frac{\varphi^2}{a^2} = \frac{K}{\sqrt{p}}$ durch Zahlen ausgedruckt.

Um die Rechnung zu erleichtern kann man sich der Logarithmen bedienen, vermittelst deren $lK + 2la + \frac{1}{2}lA = lQ$ und $2la + lK - \frac{1}{2}lp = l\varphi^2$ ist. Unsere Erfahrungen geben also φ^2 oder den Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahles in Decimaltheilen eines Pariser Quadratzolles an. Dieses ist aber das Verhältniß des Querschnittes gegen den Flächeninhalt der Oeffnung, worauf es uns hier eigentlich ankommt und welches wir durch den Ausdruck $l\frac{\varphi^2}{a^2} = lK - \frac{1}{2}lp$ bestimmt haben. Wenn nun nach der ersten Erfahrung $a^2 = 9,10069$; $la^2 = 0,9590744$; $Q = 1368,930$ Cubikzollen $lQ = 3,1363812$; $A = 82,25$ Zollen ist, so findet man $lK = lQ - la^2 - l\sqrt{A} = 1,2197390$ womit in den logarithmischen Tafeln die Zahl 16,585897 zusammen gehört. Und ist ausser den Logarithmen von K noch $l\sqrt{p} = 1,4299733$, so erhält man $l\varphi^2 = 0,7488400$ und $\varphi^2 = 5,608412$ und $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0,616226$ beynahe.

Wir fügen hier noch ein zweytes Beyspiel eines andern berechneten Versuches, nehmlich des XV. hinzu. Hier ist $a^2 = 1$, $la^2 = 0$; $Q = 259,59$ Cubz $lQ = 2,4142880$; $A = 252,250$; daher hat man $K = \frac{Q}{\sqrt{A}}$ und $lK = 1,2133724$; und $K = 16,344526$; $\varphi^2 = \frac{K}{\sqrt{p}}$; $l\varphi^2 = 1,7833991$; $\varphi^2 = 0,607294$ Decimaltheilen eines Quadratzolles, welche zugleich das Verhältniß $\frac{\varphi^2}{a^2}$, weil $a = 1$ ist, ausdrucken werden.

Nach diesen Bemerkungen wird man folgende Tafel leicht verstehen können.

Erste Tabelle.

	a^2	A	Q	K	Φ^2	$\Phi^2 : a^2$
I	9,10069	82,25	1368,930	16,585897	5,608412	0,616209
II		83,3333	1377,680	16,583649	5,60745	
III	9,01041	140,8321	1781,800	16,663390	5,578724	0,619142
IV		141,[illegible]60	1785,810	16,663399	5,578724	
V	9,02199	249,7690	2365,030	16,586883	5,560246	0,616303
VI		251,770	2574,550	16,587122	5,560311	
VII	4,0000	8[illegible],7[illegible]40	5[illegible],608	16,230986	2,412301	0,603075
VIII		82,90[illegible]	591,145	16,230941	2,412295	
IX		140,9[illegible]5	770,044	16,213211	2,409659	0,602422
X		[illegible]35	[illegible]1,059	16,213607	2,409718	
XI		50,0255	1025,46	16,213126	2,409647	0,602410
XII		250,95	1027,35	16,213051	2,409636	
XIII		83,25	149,3[illegible]	16,365371	0,608068	0,608068
XIV		140,[illegible]428	193,857	16,346[illegible]30	0,607365	0,607365
XV		25[illegible],250	259,59	16,344526	0,607294	0,607294
XVI	4,039930	82,25	598,6104	16,358256	2,45247	0,607599
XVII		82,3010	600,1854	16,367214	2,45681	
XVIII	4,004694	140,8213	775,45	16,317378	2,427981	0,606406
XIX		140,9999	776,25	16,325856	2,[illegible]28952	
XX	4,024690	249,6310	10[illegible]4,870	16,116755	2,410055	0,598823
XXI		251,7320	1029,1000	16,116305	2,409988	

§. 8.

Aus dieser Tabelle ersiehet man, daß die Versuche mit den Werthen von K und $\frac{\varphi^2}{a^2}$ ziemlich genau übereinstimmen. Ihre Abweichungen rühren theils von der Unmöglichkeit her, die Genauigkeit bis zu einem solchen Grade in der Ausübung zu vollenden, wodurch selbst die kleinsten Fehler vermieden werden können, theils von einer gewissen Ungleichheit in der Zusammenziehung des Wasserstrahles, welche streng genommen, bey den Oeffnungen von verschiedener Größe und unter verschiedenen Wasserhöhen nicht völlig einerley bleibt. Da man aber kein Mittel kennt, diese kleine Abweichungen zu bestimmen; so muß man dafür folgende mittlere Werthe annehmen, nehmlich $K = 16,361493$; $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0,607926$, welche mit einander ziemlich genau übereinstimmen. Weil nun der Log. von $K = 1,2138228$ in den Ausdruck $l\frac{\varphi^2}{a^2} = lK - l\sqrt{p}$ gesetzt, $l\frac{\varphi^2}{a^2} = 1,7838495$ und $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0,607925$; so kann man für die Ausübung viel kleinere und vielleicht auch viel genauere Zahlen, nehmlich $\frac{\varphi^2}{a^2} = \frac{31}{51} = 0,607843$ setzen und folglich ist dann $K = 16,35895$; $Q = (16,35895)\ a^2\sqrt{A}$ um die Ausflußmenge in Pariser Cubz. zu erhalten. Für das Verhältniß $\varphi : a$ hat man im Kleinen sehr nahe Zahlen $\frac{\varphi}{a} = \frac{53}{68}$, weil $\frac{(53)^2}{(68)^2} = 0,607483$ ist.

Jetzt wollen wir eine Anwendung von dieser Formel machen, und um die Uebereinstimmung unserer Erfahrungen mit den bereits längst angestellten Versuchen besser zu vergleichen; so wollen wir $K = 16,361493$ eine Zahl, die aus unsern Untersuchungen hervorgeht, setzen und die Formel $Q = 16,361493\ a^2\sqrt{A}$ auf die V. Erfahrung des H. Abt Bossut, auswärtigen Mitgliedes *) unserer Academie anwenden. Er hat dieselbe mit einer einzölligen horizontal gestellten Oeffnung unter einer Wasserhöhe von 11'. 8''. 10'''. angestellt, und unser berühmtes Mitglied der Academie hat die Ausflußmenge während einer Zeit von 71 Secunden 13984 Cubz. d. h. während einer Secunde 196,9528 Cubz. gefunden. Es war demnach $A = 140,8333''$; $l\sqrt{A} = 1,0743036$; $a^2 = 1$ und $Q = (16,361493).\ 1.\sqrt{A} = 194,1443$ Cubz. eine Zahl die sich von der durch Erfahrung gefundenen nur um 1,9085 Cubz. unterscheidet.

§. 9.

Die Anwendung unserer Formel kann auch auf alle von geraden Linien begrenzte Oeffnungen geschehen. Uns aber wird es genügen, nur noch eine zweyte Anwendung auf die vierte in dem vorhin angeführten Werke des gelehrten H. Abt Bossut zu machen, welche man p. 25 aufgezeichnet findet.

Hier ist $a^2 = \frac{1}{4}$ Quadrz. und die Ausflußmenge durch eine 1 Zoll lange und 3 Li-

---

*) Man sehe dessen Werk, welches unter dem Titel: Le traité élémentaire d'hydrodamique vol. 2. p. 26. herausgekommen ist; [oder nach der Uebers. von H. K. L. Langsdorf rc. p. 27. §. 462. dess. Bandes.]

nien breite Oeffnung, betrug während eines Zeitraumes von 50 Secunden 2444 Cubz. d. h. 48,9104 während 1 Secunde. Auch war $A = 140{,}8333$ Zollen. Man hatte also $Q = (16{,}361493) \frac{1}{4} \sqrt{A} = 48{,}5297$, wo also der Unterschied zwischen der Erfahrung und unserm Ausdrucke den 0,3807ten Theil eines Quadrz. beträgt. Da sich nun der Pariser und Turiner Fuß gegen einander wie 160 zu 253 verhalten und der Parameter $p = 38{,}17376$ Fuß beträgt oder 458,085 Piemonteser Zoll; *) so wird man $K = \frac{\varphi^2}{a^2}$ $\sqrt{p} = 1\frac{31}{51} + 1{,}3304730 = 1{,}1142551$ und $K = 13{,}9333$; folglich wird $Q = (13{,}93333)$ $a^2 \sqrt{A}$ der Ausdruck zur Bestimmung der Ausflußmenge der viereckigen horizontalen Oeffnungen nach Piemont. Maße d. h. in Cub. Unzen, oder 1728 Theile eines Turiner Cubf. seyn, und wenn man sich nicht der Logarithmen bedient, so kann man sich damit begnügen $Q = \frac{82}{5} a^2 \sqrt{A}$ in Franz. Zollen oder $14\, a^2 \sqrt{A}$ Piemont. Unzen zu setzen. Nun wird es auch leicht seyn, die Anwendung auf schiefe Oeffnungen nach der gewöhnlichen Methode zu machen, vermittelst welcher man den Flächeninhalt der schiefen Oeffnung, auf eine gleichgeltende verticale reducirt.

§. 10.

Wir bemerken noch in Hinsicht der Versuche, besonders in Rücksicht des VII., VIII., IX., X., XI., XII., welche mittelst derselben Oeffnung von 2 Zollen in jeder Seite angestellt sind, und in Hinsicht des XIII., XIV. und XV., wo ich mich derselben Oeffnung von 1 Zoll in jeder Seite ohne Unterschied bey allen drey Höhen, wovon oben gesprochen worden, bedient habe, ich sage, wir bemerken, daß φ^2, unter verschiedenen Druckhöhen des Wassers sich in dem Verhältnisse, nach welchem sie zunehmen, vermindert. Es ist nicht schwer den Grund davon anzugeben. Denn da die Zusammenziehung des Wasserstrahles vornehmlich von der schiefen Bewegung der seitwärts liegenden Wassertheilchen bewirkt wird, so ist daraus begreiflich, daß sich der Wasserstrahl desto mehr verringern muß, je größer die Druckhöhe ist.

Wenn man nun die mit verschiedenen Oeffnungen unter beynahe gleichen Druckhöhen angestellten Versuche prüfen will, wie diejenigen beschaffen sind, welche mit Oeffnungen von 2 Zollen in jeder Seite gemacht werden und diese mit denjenigen vergleicht, bey welchen ich mich unter derselben Wasserhöhe im Behälter Oeffnungen von 3 Zollen oder von 1 Zolle in jeder Seite bedient habe; so wird man bemerken, daß der Werth $\frac{\varphi^2}{a^2}$ bey denjenigen die mit den großen Oeffnungen gemacht worden sind, viel größer ist als bey denjenigen, wo man sich der kleinen Oeffnungen bedient hat.

Man wird mir den Einwurf machen, daß bey dieser Gegeneinanderstellung der Oeffnungen von verschiedener Größe und unter einerley Druckhöhe, das Wasser in den kleinen Oeffnungen verhältnißmäßig weit stärker drückt als in den großen.

*) In Pariser Fuß würden sie 60,36225 oder 724,347 Zolle ausmachen.

Hierauf erwiedere ich, daß wenn die Geschwindigkeit in beyderley Oeffnungen gleich ist, indem sie von derselben Wasserhöhe erzeugt wird, so muß auch die Bewegung eines jeden Wassertheilchens beym Ausflusse aus der großen Oeffnung eben so beschaffen seyn, als beym Ausflusse aus der kleinen. Allein geschiehet dieses nicht, weil die Flächen sich zusammenziehen, wenn die Umfangslinie im Verhältnisse des Flächeninhaltes größer ist? diese Vermuthung läßt sich nicht leicht durch Erfahrung bestätigen. Daher verlasse ich diesen Gegenstand und gehe zu andern Betrachtungen über.

§. 11.

Bey diesen Erfahrungen habe ich die mittlern Geschwindigkeiten vom Mittelpuncte der Ausflußöffnungen gerechnet. Um aber dasjenige was ich von den Oeffnungen, deren Seiten verschieden und die unter einerley Wasserhöhe angebracht sind, gesagt habe, zu bestätigen und der Anwendung mehr Vortheil zu verschaffen; so wollen wir nun sehen, welcher Unterschied zwischen dem Mittelpunct der Figur der Ausflußöffnung und dem Mittelpuncte der Geschwindigkeit sey und die Schranken angeben, innerhalb welcher, wenn die Druckhöhe in Ansehung der Oeffnung von einer gewissen Größe ist, man ohne Bedenklichkeit die mittlere Geschwindigkeit von dem Mittelpuncte der Figur rechnen kann.

Wir wollen also annehmen es sey eine viereckige Oeffnung deren Seite $= a$, die Ausflußmenge $= Q$, p der Parameter, z die Druckhöhe sey, dergestalt, daß $p^{\frac{1}{2}} z^{\frac{1}{2}}$ die Geschwindigkeit und $a z p^{\frac{1}{2}} z^{\frac{1}{2}}$ der Inhalt bezeichnet, wovon das Integral mit Weglassung der Constante, weil alles $= 0$ wird, wenn $z = 0$ ist, $= \frac{2}{3} a z^{\frac{3}{2}} p^{\frac{1}{2}}$ ist. Ist nun $z = a$, so wird $Q = \frac{2}{3} a^2 \sqrt{ap}$ seyn. Bezeichnet nun A die Höhe bis an den Wasserspiegel so wird $Q = a^2 \sqrt{Ap}$ und man erhält $\frac{2}{3}\sqrt{a} = A$. Ist nun $a = 1$; so wird $A = \frac{4}{9} = 0{,}4444$ ꝛc.

Nun sey X der Abstand zwischen dem Mittelpuncte der Figur und dem Mittelpuncte der Geschwindigkeit, so erhält man $= \frac{1}{2}$ für die Höhe des Wassers bis an den Mittelpunct und $X = \frac{1}{2} - \frac{4}{9} = \frac{1}{18} = 0{,}055555$ ꝛc.

Läßt man nun die Voraussetzung, daß dieselbe Oeffnung unter einer Druckhöhe $= b$ angebracht sey; so erhält man für die Geschwindigkeit $p^{\frac{1}{2}} (b + z)^{\frac{1}{2}}$ und für die Ausflußmenge $a z p^{\frac{1}{2}} (b + z)^{\frac{1}{2}}$; daher wird der ganze Wasseraufwand $\frac{2}{3} a p^{\frac{1}{2}} \left((b + a)^{\frac{3}{2}} - b^{\frac{3}{2}}\right)$; und ist A die, die mittlerere Geschwindigkeit erzeugende Höhe, so erhält man auch $a^2 p^{\frac{1}{2}} A^{\frac{1}{2}} = \frac{2}{3} a p^{\frac{1}{2}} \left((b + a)^{\frac{3}{2}} - b^{\frac{3}{2}}\right)$. Und die zum Mittelpuncte der Figur gehörige Höhe wird $b + \frac{a}{2} = \frac{2b + a}{2}$ seyn; und weil $\frac{b}{a} = \frac{b}{0} = \infty$, so wird auch $A = \infty = \frac{4}{9a^2} \left((b + a)^{\frac{3}{2}} - b^{\frac{3}{2}}\right)$ und folglich $X = 0$ seyn. In allen andern Annahmen des Werthes $\frac{a}{b}$, wird $X = \frac{2b + a}{2} - \frac{4}{9a^2} \left((b + a)^{\frac{3}{2}} - b^{\frac{3}{2}}\right)^2$. Nimmt man die Voraussetzung von $a = 1$ an, so sehe man hierüber in nachstehender Tabelle den Werth von x.

b : a	A.	$b + \frac{a}{2}$	X.
b = a	1,485842	1,5	0,014158
b = 2a	2,491610	2,5	0,008390
b = 3a	3,494036	3,5	0,005973
b = 4a	4,495355	4,5	0,004645
b = 5a	5,496219	5,5	0,003781
b = 6a	6,496770	6,5	0,003230
b = 7a	7,497236	7,5	0,002744
b = 8a	8,497530	8,5	0,002740
b = 9a	9,497846	9,5	0,002154
b = 10a	10,498072	10,5	0,001928
b = 11a	11,498131	11,5	0,001869
b = 12a	12,498361	12,5	0,001639
b = 13a	13,498431	13,5	0,001569
b = 14a	14,498546	14,5	0,001454
b = 15a	15,498643	15,5	0,001357
b = 16a	16,498704	16,5	0,001296
b = 17a	17,498791	17,5	0,001209
b = 18a	18,498840	18,5	0,001116
b = 19a	19,498937	19,5	0,001063
b = 20a	20,498958	20,5	0,001042

Hieraus siehet man, daß wenn b = 20a ist, A alsdann von $(b + \frac{a}{2})$ um eine Größe die etwas mehr als $\frac{1}{1000}$ von der Seite der Oeffnung beträgt und ungefähr um $\frac{1}{20000}$ = 0,00005 von dem Gewicht des Wassers verschieden ist.

§. 12.

Die zweyte Tafel enthält die mit kreisförmigen Oeffnungen angestellten Versuche. Die vier ersten wurden sämmtlich mit derselben Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser gemacht. Bis jetzt hat man noch nie irgend einen Versuch mit so großen Oeffnungen und unter so ansehnlichen Wasserhöhen angestellt. Und was hier vorzüglich die Richtigkeit unserer Theorie bestätigt, ist, daß ich dieselbe Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser auch an der zweyten Oeffnung des Behälters (Thurms) mit demselben Erfolge angebracht habe, wie man dieses aus der zweyten Tabelle ersehen kann. Allein diese Versuche erfordern eine ausserordentliche Aufmerksamkeit, damit das Wasser im Behälter oder Thurm beständig in unveränderlicher Höhe erhalten werde. Und da es so schwer ist, die, wegen der Größe der Oeffnung, von dem eindringenden Wasser herrührenden Erschütterungen und sich am Anfange des Versuches bildenden und merklichen Wirbel zu verhüten; so habe ich, um die Druckhöhe genau zu finden, eben dasselbe Mittel in Anwendung gebracht, dessen sich mein Vater nach dem 11. §. des zweyten Bandes seiner Experimental-Hydraulik, in gleicher Absicht bedient hat. In den beyden mit dieser Oeffnung, aber unter der zweyten Höhe angestellten Versuche, waren während der ersten Zeitsecunden des Versuches die wellenförmigen Bewegungen auf der Wasserfläche weit stärker. Man maß hierauf die hinausgestürzte und in zweyen Behältnissen aufgefangene Wassermenge. In das eine dieser Behältnisse ergoß sich das Wasser unmittelbar. Allein dem andern wurde dasselbe vermittelst eines cycloid. Canales mitgetheilt, dergestalt, daß man die ganze Ausflußmenge ohne den mindesten Verlust, sammeln konnte.

Ich unternahm es auch diesen Versuch unter der dritten und größten Höhe anzustellen; aber es war, wegen der großen Heftigkeit, womit das Wasser sprudelte und der sehr merklichen wellenförmigen Schwingungen auf der höchsten Wasserfläche, völlig umsonst. Ausserdem wurde dieser Versuch noch durch einen Umstand unterbrochen, welcher alle unsere Veranstaltungen vereitelte.

Nach der zweyten Tabelle, wurden die drey andern Versuche unter den drey verschiedenen Höhen mit derselben Oeffnung, welche 3 Zölle im Durchmesser haben sollte, angestellt; allein bey der im Jahr 1765 vorgenommenen Besichtigung fand es sich, daß dieser Durchmesser 3,000081''. und folglich der Flächeninhalt 7,075210 Quadrz. betrug. Die VIII. und IX. Erfahrung wurde unter derselben Höhe mit einer runden Oeffnung von einem Zolle im Durchmesser angestellt. Ich muß zwar bemerken, daß dieser etwas zu groß war, jedoch um ein so geringes, daß sich diese Differenz gar nicht in Rechnung bringen läßt.

§. 13.

Da nun a^2 in der, für quadratförmige Oeffnungen, eingerichteten Formel $Q = Ka^2\sqrt{A}$, den Flächeninhalt der kreisförmigen Oeffnungen bezeichnet, und a die Seite desjenigen Quadrates seyn sollte, welches der kreisförmigen Oeffnung gleich ist; $\triangle$ hingegen den Durchmesser des Kreises vorstellt, welchen man als gegeben betrachten soll; so muß man also folgende Proportion nach dem bekannten Verhältnisse anordnen, nach welchem $a^2 : \triangle^2 = 355 : 452$ sehr nahe; oder wenn man dieses Verhältniß durch $\frac{a}{b}$ ausdruckt,

wo,

wodurch man $a^2 = \frac{\pi\Delta^2}{4}$ erhält, diesen Werth in die Formel setzen, welche $Q = \frac{K\pi\Delta^2\sqrt{A}}{4}$ giebt, und da $\frac{K\pi}{4}$ eine beständige Größe ist, so können wir K^1 für $\frac{K\pi}{4}$ schreiben und alsdann haben wir $Q = K^1\Delta^2\sqrt{A}$, wo nun für die Ausübung und Anwendung kein weiteres Verfahren nöthig ist, als das Quadrat des Durchmessers mit $\sqrt{A}$ zu multipliciren.

Allein wegen des Werthes von K^1 ist noch zu bemerken, daß die Voraussetzung nicht völlig richtig ist, daß nehmlich $\frac{\varphi^2}{a^2}$ d. i. das Verhältniß des zusammengezogenen Wasserstrahles zum Flächeninhalt der Oeffnung für quadrat- und kreisförmige Oeffnungen nicht völlig einerley ist. Denn die ursprüngliche Gleichung ist $Q = \varphi^2\sqrt{Ap}$ wo wir $K = \frac{\varphi^2}{a^2}\sqrt{p}$ gesetzt haben. Da wir aber in der Formel $Q = K^1\Delta^2\sqrt{A}$, die Größe K unmittelbar aus der Erfahrung bestimmen wollen, so kann man aus dem Werthe von $K = \frac{\varphi^2}{a^2} \cdot \frac{\pi}{4}\sqrt{p}$ auch $l\frac{\varphi^2}{a^2} = lK - l\frac{\pi}{4}\sqrt{p} = lK - 1{,}3250632$ herleiten, welches auch der Werth von φ^2 ist, wenn man $a = 1$ setzt. Sonst wird man $l\varphi^2 = lK - 1{,}3250632 + la^2$; also in der V. Erfahrung, wo $\Delta = 3{,}000981''$.; $\Delta^2 = 9{,}00588$ Quadrz., $la^2 = 0{,}8496165$; $lK = 1{,}1122688$ ist; da erhält man $l\frac{\varphi^2}{a^2} = lK - 1{,}3250632 = 1{,}7872056$ und $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0{,}61264$; $l\varphi^2 = 1{,}7872056 + la^2 = 0{,}6368221$; $\varphi^3 = 4{,}3333$.

Hier folgt nun die zweyte Tabelle.

Zweyte Tabelle.

	Δ^2	a^2	A	Q	K^1	φ^2	$\varphi^2 : a^2$
I	36	28,274310	77,5	4152,000	13,100991	17,524000	0,619766
II			78,005	4165,260	13,100215	17,523960	
III			135,000	5471,74375	13,081466	17,497884	0,618777
IV			135,25	5476,5550	13,080863	17,497080	
V	9,005888	7,073210	82,732	1060,79634	12,949980	4,333333	0,612639
VI			140,875	1382,0780	12,929715	4,326555	0,611682
VII			249,855	1795,92745	12,615900	4,221546	0,596836
VIII	4,008831	3,148530	82,887	469,25	12,780241	1,903635	0,605470
IX			81,1510	463,61332	12,837800	1,912206	
X	1	0,785398	82,4200	118,76735	13,085440	0,486200	0,618495
XI			81,25	1175,46135	13,040576	0,485330	

§. 14.

Man kann bey allen diesen mit kreisförmigen Oeffnungen angestellten Versuchen dasjenige bemerken, was schon von den quadratförmigen angeführt ist; daß nehmlich der Werth von $\frac{\varphi^2}{a^2}$ immer kleiner ausfällt, je größer die Wasserhöhe im Behälter ist, so, daß man es als ein durch Vernunft und Erfahrung bestätigtes Princip ansehen kann, daß die Zusammenziehung des Wasserstrahles, durch jede Oeffnung wie sie auch immer beschaffen seyn mag, immer kleiner wird, je größer die Höhe des Wassers ist, und daß man aus diesem Grunde den Werth von $\frac{\varphi^2}{a^2}$ nicht als beständig, wie es die meisten Schriftsteller behaupten, annehmen kann. Indeß ist dieser Irrthum so unbedeutend, daß er in der Ausübung, leicht aus der Acht gelassen werden kann.

Aus unsern Versuchen ergiebt sich, daß der mittlere Werth von $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0,614020$ und daß der Werth von $K' = 12,963926$ sey. Indeß leitet man aus diesem mittlern Werthe von K' bloß $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0,613300$, einen Ausdruck her, den man entweder durch Vernachläßigung einiger unbedeutenden Umstände in der Erfahrung oder mit einer Annahme die bey der Berechnung von φ^2 für jede Oeffnung von verschiedenem Durchmesser, etwas zu groß ist, erhält. Dieses ist unvermeidlich, wenn man sich zur Berechnung der Logarithmen bedient. Man kann sich also $\frac{27}{44} = 0,6136$ etc. für den Werth von $\frac{\varphi^2}{a^2}$ bedienen und $\frac{18}{23}$ anstatt des Verhältnisses $\frac{\varphi}{a}$ welches für die Ausübung hinlänglich genau ist.

Da nun $K' = \frac{27}{44}\frac{\pi}{3}\sqrt{p}$, so wird $lK' = l\frac{27}{44} + 1,3250632 = 1,1129743$ und $K' = 12,971024$. Daher wird der Ausdruck für die Ausflußmenge durch kreisförmige Oeffnungen $Q = (12,971024)\,\triangle^2\sqrt{A}$ seyn. Das ganze Verfahren besteht demnach darin, daß man das Quadrat des Durchmessers mit der Quadratwurzel aus A multiplicirt und dann dieses Product noch mit $K' = 12,971$ etc. multiplicirt. Da dieser letztere Ausdruck die andere Berechnung, welche man wegen des Wasseraufwandes zu machen nöthig hat, in sich schließt; so überlasse ich es dem Leser die Anwendung davon noch auf andere Versuche zu machen. Ich will nur noch hinzufügen, daß man in Turiner Fuß $lK = 1,0134740$ und $K = 10,31514$ erhält. Gesetzt nun diese Berechnungen erreichten, wenn man sich dazu der Logarithmen bedient, nicht die höchste Genauigkeit; so kann man sich damit begnügen $Q = 13\triangle^2\sqrt{A}$ in Pariser Zollen oder $Q = \frac{31\triangle\sqrt{A}}{3}$ in Turiner Zollen zu setzen. Bey dem Quadrat ist die Mittelzahl von $\frac{\varphi^2}{a^2}$ d. i. 0,607926 kleiner als das arithmetische Mittel des Kreises, weil in dem Kreise $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0,613902$. Dieses kann man auch einem geringen Versehen in den Versuchen zuschreiben, wo das Verhältniß des Flächeninhaltes zum Umfange größer ist.

§. 15.

Die Verringerung des Werthes $\frac{\varphi^2}{a^2}$ nach dem Verhältnisse der Druckhöhe, ist auch durch die Ausmessung bewiesen, welche ich mit einem besonders dazu eingerichteten Zirkel

an dem Durchmesser des Querschnittes des zusammengezogenen Wasserstrahles als auch mit dem Abstande desselben von dem innern Rande der Oeffnung vorgenommen habe und es ist zu bemerken, daß bey dem vierten Versuche der Durchmesser größer ist als bey dem ersten, obgleich beyde mit derselben Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser angestellt sind. Dieses rührt aber von der verschiedenen Wasserhöhe im Behälter her, wie man solches auch aus der zweyten Tabelle ersehen kann. Auch kann man eine Abnahme an dem fünften, sechsten und siebenten Versuche beobachten, welche mit derselben Oeffnung von 3 Zollen im Durchmesser aber unter den drey verschiedenen Höhen nach und nach angestellt worden sind.

Folgende Tabelle enthält das Resultat, wo ich den durch die correspondirenden Versuche gegebenen Durchmesser aufgezeichnet habe.

A	B	C	D	E
Erster Versuch.	56,68496‴.	56,85‴.	28,45‴.	6″.
Vierter Versuch.	56,64072	56,756	28,35	
Fünfter Versuch.	28,18680	28,285	14,15	3,000981″.
Sechster Versuch.	28,16484	28,185	13,85	
Siebenter Versuch.	27,82092	27,185	13,5	

A bezeichnet die mit der zweyten Tabelle zusammen gehörigen Versuche,
B die durch Erfahrung [Berechnung] gegebenen Durchmesser,
C die mit dem Zirkel gemessenen Durchmesser,
D die Distanzen von dem innern Rande der Oeffnung,
E die Durchmesser der Ausflußöffnungen,

Die zitternde Bewegung des Wasserstrahles und die verschiedenen Abweichungen, welche sich bey den viereckigen Oeffnungen zeigen, haben mich verhindert auch hier den Abstand und die Seite zu messen und dieses ist der Grund warum ich mich begnügte, die Wasserstrahlen durch kreisförmige Oeffnungen durch wirkliche Messung zu bestimmen.

[Um zu übersehen wie der Durchmesser δ des zusammen gezogenen Wasserstrahls und der Abstand a desselben von der Oeffnung, von dem Durchmesser d dieser Oeffnung abhängt, darf man nur die Werthe $\frac{\delta}{d}$ und $\frac{a}{d}$ für jeden Versuch bestimmen. Diese sind in nachstehender Tafel enthalten, wo man noch die Druckhöhe h beygefügt hat.

h	d	z	a	$\frac{z}{d}$	$\frac{a}{d}$
77,500''.	72'''.	56,850'''.	28,45'''.	0,78958	0,39514
135,250	72	56,756	28,35	0,78828	0,39375
82,732	36	28,285	14,15	0,78569	0,39305
140,875	36	28,185	13,85	0,78292	0,38472
249,855	36	27,185	13,50	0,75514	0,37500

Es sind zwar schon § 26. im ersten und § 11. im zweiten Bande ähnliche Ausmessungen beschrieben worden, weil solche aber nur ungefähre Angaben enthalten, so können sie nicht wohl mit den vorstehenden Abmessungen zusammen gestellt werden.]

§. 16.

Aus diesen mit dem Zirkel aufgetragenen Abmessungen ergiebt sich, daß der Abstand von dem innern Rande der Oeffnung, welcher vom Wasser berührt wird, (denn der äussere Rand der Oeffnungen wurde von dem durch selbige ausströmenden Wasser nie berührt) bis zur größten Zusammenziehung des Wasserstrahles, wie die meisten Schriftsteller angeben, dem Halbmesser des zusammen gezogenen Wasserstrahles gleich ist.

§. 17 bis §. 22.

[Diese §. §. enthalten theoretische Untersuchungen zur Vergleichung der Wassermengen zwischen quadratförmigen und den in diese eingezeichneten kreisförmigen Oeffnungen, bei einerley Wasserhöhe. Sie konnten daher um so mehr in einem Anhange zur Experimental-Hydraulik wegbleiben, weil solche für deutsche Leser nichts neues enthalten.]

§. 22.

In der dritten Tabelle führe ich drey Arten verschiedener Versuche auf. Die erste wurde mit kreis- oder quadratförmigen Oeffnungen, welche von aussen mit cylindrischen oder viereckigen Röhren versehen waren, angestellt. Bey der zweyten Art derselben wurde die Oeffnung nach innen zu mit einer Ansatzröhre von cycloidalischer Gestalt versehen, deren beyde Grundflächen mit der Ausflußöffnung, welche in der Platte worin sie angebracht wurden, von gleicher Gestalt waren. Allein bey der Befestigung derselben, sahe man darauf, daß die kleine Grundfläche an allen Stellen die Wände der Oeffnung berührte. Die dritte Art der Versuche begreift diejenigen in sich, bey welchen die Oeffnung von innen mit einer cycloidalischen Ansatzröhre und von aussen mit einer cylindrischen oder prismatischen Röhre versehen wurde, je nachdem die Gestalt der Oeffnungen beschaffen war und jene hatte eine Grundfläche, welche sich völlig an diese Oeffnung anschloß.

Die Röhren, deren man sich bey der dritten Art der Versuche bedient hat, sind eben dieselben welche man bey dem ersten, zweyten, dritten und neunten mit diesen Röhren allein angestellt hat.

Der mit den bloßen Röhren angestellten Versuche sind an der Zahl eilf. Die drey ersten waren mit drey viereckigen Röhren angestellt, deren verschiedene Seite bey einer jeden Röhre auf den bloßen Anblick mit der Seite der Oeffnung, in welche sie eingefugt wurde, einerley war. Sie waren alle drey von gleicher Länge nehmlich von 8 Zollen.

In den drey ersten Erfahrungen, welche unter den drey verschiedenen Höhen des Thurms angestellt wurden, bedienten wir uns einer und derselben viereckigen Röhre, deren an die Oeffnung sich anschließenden Seitenlinie ihrer ganzen Länge nach 3 Zolle enthalten sollte, und die beyden Grundflächen d. h. diejenige, mit welcher die Platte in Berührung kommt, und diejenige wodurch das Wasser ausströmt, sollten 9 Quadratz. enthalten. Allein wir bemerkten, daß die äussere etwas größer war und 9,0025 Quadratz. enthielt; die innere hingegen war etwas zu klein und enthielt ungefähr 8,99925 Quadratzoll. So ist der Flächeninhalt beschaffen auf den man bey der Berechnung Rücksicht nehmen muß und deren Logarithme 0,9542064 ist. Die Ansatzröhre, deren Seitenlinie der Grundfläche 2 Zolle enthält und womit die drey folgenden Erfahrungen auch unter den drey verschiedenen Höhen gemacht wurden, hatte in Absicht der beyden entgegen gesetzten Grundflächen eine große Genauigkeit, ausgenommen daß die nach innen gekehrte Grundfläche einen Vorsprung hatte, wovon wir im 4. §. in Hinsicht der 6 ersten auf der ersten Tabelle angeführten Versuche, schon geredet haben.

Hierauf folgen zwey andere unter der dritten d. h. größten Höhe mit einer viereckigen Röhre, deren Seitenlinie der Grundfläche zwey Zolle enthielt, angestellte Erfahrungen. Die dazu gehörigen Oeffnungen waren von meinem Vater berichtiget und ihre Abmessungen etwas größer gefunden, als sie seyn sollten. Nach der letzten Berichtigung welche ich im Jahre 1784 vornahm, war der Flächeninhalt nach innen zu 1,00285 und nach aussen zu 1,00650 wodurch diese Röhre eine gewisse kegelförmige Gestalt erhielt. Um mit Sicherheit fortzuschreiten gebe ich selbst von diesen Kleinigkeiten Rechenschaft, und nehme das arithmetische Mittel 1,004675. Auch diese Röhre hat inwendig einen 4 Linien dicken Vorsprung, welche von den innern Wänden 48'''. entfernt war.

Die neunte Erfahrung wurde mit einer cylindrischen 8 Zoll langen Röhre angestellt und in ihren Abmessungen sehr genau gefunden; diese Röhre hatte, wie die vorhergehende, einen durch die Platte gehenden Vorsprung und er hatte die Gestalt eines um die inwendige Grundfläche der Röhre beschriebenes Viereck.

Bey der zehnten und eilften unter der dritten Höhe angestellten Erfahrung bedienten wir uns einer cylindrischen Röhre von 1''. im Durchmesser. Diese war 8 Zolle lang und hatte bloß inwendig einen Vorsprung.

Allein die aus diesen Rändern entspringende Differenzen können nur sehr unbedeutend seyn, wie man dieses aus den 6 letzten der ersten Tabelle ersehen kann, und da eine andere Art ihre Wirkung zu schätzen, zu weitschweifig ist, so begnüge ich mich die Ursachen zu bemerken, welche die kleinen Differenzen in den Resultaten haben veranlassen können.

§. 23.

Die zweyte Art begreift diejenigen Erfahrungen in sich, bey welchen eine cycloidalische Ansatzröhre in der Oeffnung angebracht wurde. Die erste d. h. nach der Tabelle die zwölfte Erfahrung ward mit der viereckigen nach der gemeinen Cycloide gestalteten $28\frac{1}{3}$ Linien lange Ansatzröhre angestellt, und an einer viereckigen Oeffnung von 3 Zollen in jeder Seite unter der ersten Höhe, angebracht. Bey der dreyzehnten Erfahrung war die Ansatzröhre von gleicher Beschaffenheit, ihre Länge betrug 24 Linien und die quadratförmige Oeffnung hatte ebenfalls 3 Zolle in der Seite. Die Flächeninhalte dieser Oeffnungen der Platte waren ein klein wenig größer, als sie seyn sollten. Allein die Grundfläche oder die kleinere Oeffnung (worauf es uns mehr ankommt) der Ansatzröhre, wodurch sich das Wasser ergoß, betrug genau 9 Quadratzoll.

Nach diesen Erfahrungen folgen diejenigen, welche mit runden Oeffnungen und cycloidalischen Ansatzröhren angestellt sind. Zu der vierzehnten und funfzehnten Erfahrung bedienten wir uns der Oeffnung von 6 Zollen im Durchmesser, welche auch schon in der zweyten Tabelle angeführt ist, und die einwärts mit einer Ansatzröhre versehen war. Beyde wurden unter der ersten Höhe und mit derselben 48 Linien langen Ansatzröhre angestellt.

Die sechzehnte Erfahrung wurde auch unter der ersten Höhe mit dem $24'''$. langen Ansatze, angestellt; allein die in der sieben und zwanzigsten Erfahrung hatte $26'''$. und wurde auch unter der ersten Höhe angebracht und der Durchmesser seiner kleinern Grundfläche hatte genau 3 Zolle.

§. 24.

Sobald diese Erfahrung mit der simplen Ansatzröhre angestellt und die Ausflußmenge gemessen war, so brachte man unmittelbar darauf bey einigen eine Ausgußröhre auswärts an, um dieselbe Wasserhöhe zu haben. Daher brachten wir bey der zwölften und dreyzehnten Erfahrung die viereckige Ausgußröhre an, deren wir uns bereits zu den drey ersten Erfahrungen mit simpeln Röhren bedient haben. Man muß hier von neuem bemerken, daß die nach innen gehende Grundfläche ein wenig zu klein war, welches wir auch bey der Berechnung nicht unberücksichtiget ließen und daher wir $a^2 = 8,99925$ genommen haben.

Auch nahmen wir zur sechzehnten und siebzehnten Erfahrung die cylindrische Röhre, deren wir uns bey der neunten Erfahrung bedienten und nachdem die Röhre angebracht war, erhielten wir bey beyden dieselbe Wasserhöhe und da zu ersehen, daß die Ausflußmengen das Product der den Höhen zugehörigen Geschwindigkeiten in den Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahles ausmachen, wie auch daß die Ausflußmengen in diesen Erfahrungen so gleich in dem unterhalb des Behälters stehenden Gefäß gemessen wurden; so ist hieraus offenbar, daß die Methode sie zu berechnen eben dieselbe ist, welche wir für die Oeffnungen in der dünnen Wand angegeben haben. Wir bedienen uns daher der Formel $Q = Ka^2\sqrt{A}$ stets, wegen ihrer Simplicität, besonders bey Vergleichung der Elemente, woraus die Wassermenge besteht.

Dritte Tabelle.

	Ausflußmenge durch viereckige Röhren					
	a^2	A	Q	K	φ^2	$\varphi^2 : a^2$
I	8,99925	80,3333	1768,97853	21,929675	7,333332	0,806630
II		140,25	2301,9421	21,597415	7,222249	
III		247,75	3059,50284	21,597405	7,222220	
IV	4,000	79,25	803,721574	22,570742	3,354537	0,836439
V		139,950	1066,45440	22,536900	3,349520	
VI		247,25	1410,65226	22,4280772	3,333333	
VII	1,004675	249,20	333,53060	21,1206387	0,784955	0,781324
VIII		250,55555	334,4218	21,127253	0,785000	
			durch cylindrische Röhren			
IX	7,06858	80,6545	1445,402333	17,82653	5,98000	0,845997
X	0,785398	255,3323	267,278124	16,727665	0,621530	0,791356
XI		261,55555	270,53121	16,727665	0,621530	
			durch viereckige cycloidalische Ansätze			
XII	9	77,000	1995,920	25,272925	8,451324	0,939026
XIII		249,355	3703,820	26,061424	8,715000	0,968333
			durch cylindrische			
XIV	28,274310	78,25	6219,73086	19,531118	26,125000	0,924090
XV		78,65	6235,96714	19,532236	26,126500	
XVI	7,06858	81,45	1676,65615	20,642204	6,902800	0,976546
XVII		80,95	1683,285462	20,787700	6,951451	0,985429
			durch viereckige Ansätze und Röhren			
XVIII	8,99925	77,000	2066,415756	26,166090	8,749998	0,972303
XIX		249,355	3763,56342	26,417255	8,855576	0,984034
			durch cylindrische			
XX	7,06858	81,45	1700,26503	20,95286	6,999998	0,990297
XXI		80,95	1695,156235	20,934372	7,000483	0,990368

§. 25.

Aus dieser Tabelle siehet man nun:

1) daß die Ausflußmengen durch Röhren und Ansätze bey gleicher Höhe viel größer sind als durch simple Oeffnungen, und daß der Werth von K, der in seinen ganzen Zahlen für dieselben Höhen und bey denselben Oeffnungen beständig ist, auch wiewohl größer bey den viereckigen Röhren von derselben Seite, jedoch bey gleicher Höhe beständig bleibt; daß sich aber die Decimalbrüche von K besonders in der vierten, fünften und sechsten Erfahrung wegen des oben in (§. 10.) angeführten Grundes, verringern.

2) Daß die Ausflußmenge durch die kreis- und quadratförmigen Oeffnungen geringer ist, als durch Röhren von demselben Durchmesser oder derselben Seite.

3) Daß sich die Ausflußmenge in Röhren von derselben Länge aber von verschiedenem Durchmesser oder verschiedener Seite ändert.

4) Daß die Ausflußmenge verschieden ausfällt, wenn die Oeffnung einwärts mit einem cycloidalischen Ansatzstück versehen ist und zwar nach Maßgabe dessen Länge. Endlich

5) daß man, wofern man diesen Ansatz noch mit einer Röhre verbindet, für K einen weit größern Werth erhält, als die bloß mit einer Ausgußröhre oder mit einem Ansatze allein versehenen Oeffnungen geben. Dieses hängt wie man sieht von der Veränderung des $\frac{\varphi^2}{a^2}$ d. h. von dem zusammen gezogenen Wasserstrahl ab.

§. 26.

Um nun in einer gewissen Ordnung fortzuschreiten wollen wir zuerst die simplen Oeffnungen mit den Röhren vergleichen. Die drey ersten Versuche in dieser dritten Tabelle geben, für eine viereckige 8 Zolle lange und etwa 3 Zoll in jeder Seite der Grundfläche haltenden Röhre, als ein Mittel von $\frac{\varphi^2}{a^2} = 0{,}806630$, indeß die sechs Versuche in der ersten Tabelle, für eine viereckige, drey Zoll in jeder Seite haltende Oeffnung, als ein arithm. Mittel von $\frac{\varphi^2}{a^2}$; 0,617218 gaben. Daher verhält sich der Querschnitt des zusammen gezogenen Wasserstrahles in der Röhre und in der Oeffnung der dünnen Wände wie $\frac{17}{13}$ oder $\frac{115}{88}$ und weil sich die Ausflußmengen, bey gleichen Geschwindigkeiten, wie die Flächeninhalte verhalten, so werden die Ausflußmengen auch unter sich in demselben Verhältnisse stehen.

Vergleicht man nun die sechs letztern Erfahrungen oder die siebente, achte, neunte, zehnte, eilfte und zwölfte der ersten Tabelle, welche unter den drey Höhen vermittelst der simplen viereckigen in jeder Seite 2 Zolle haltenden Oeffnungen, angestellt sind, mit der vierten, fünften und sechsten Erfahrung der dritten Tabelle, so verhält sich der Querschnitt des zusammen gezogenen Strahls durch die simple Oeffnung zu demjenigen durch Röhren beynahe wie $\frac{13}{18}$ oder $\frac{177}{245}$. Dieses ist hinreichend dasjenige zu bestätigen, was der H. Marquis Poleni in seinem Werke de Castellis und der H. Abt Bossut darüber geschri-

schrieben haben, d. h. daß die Wassermenge durch Oeffnungen in dünnen Wänden weniger beträgt als diejenige, welche die mit Röhren versehenen Oeffnungen geben.

§. 27.

Wenn man nun bemerkt, daß der zusammengezogene Querschnitt der viereckigen 8 Zoll langen, ungefähr 3 Zolle in jeder Seite der Grundfläche haltenden Röhre, sich zum ähnlichen Querschnitte bey dünnen Wänden wie 17 : 13 oder 18 : 13 verhält, welcher letztere Fall aber nur dann Statt findet, wofern die Röhre in der Seite 2 Zolle und dieselbe Länge hat; so wird man sich berechtiget glauben, daraus zu schließen, daß die verschiedene Länge der Röhren in Ansehung der Seite der Oeffnung einen Einfluß auf die ausströmende Wassermenge habe. Und da nun in der That die Länge der cylindrischen oder prismatischen Röhren bey diesen Versuchen immer dieselbe blieb, so groß auch der Durchmesser oder die Seite war; so würde das Verhältniß des zusammengezogenen Querschnittes zum Flächeninhalt der Ausflußöffnung für die drey ersten mit einer viereckigen von 3 Zollen in der Seite angestellten Versuche, wie 21 : 26 oder wie 25 : 31 seyn; bey denjenigen, welche wir mit einer Röhre von 2 Zollen in der Seite angestellt haben, würde es wie 41 : 49 oder wie $\frac{46}{55}$ seyn; und in den beyden letzten mit einer einzölligen Röhre in der Seite unter der dritten Höhe angestellten Versuchen, würde es wie 25 : 32 oder wie $\frac{268}{407}$ seyn mit Weglassung des Ueberschusses der Zusammenziehung, welche von der Verschiedenheit der Höhen herrührt.

Man könnte nun hieraus schließen, daß die Länge von 8 Zollen sich derjenigen nähert, welche die möglich größte Ausflußmenge, wofern man sich der 2 Zolle in der Seite haltenden Röhren bedient, geben würde. Allein dieselbe Länge reicht nicht hin, für viereckige 3''. in der Seite haltenden Röhren und ist wieder zu groß für einzöllige Röhren. *) Es giebt daher für die Röhrenlängen eine gewisse Grenze, bis zu dieser Grenze nimmt die Ausflußmenge nach der Röhrenverlängerung zu, und sie nimmt wieder ab, so bald man diese Grenze überschritten hat.

Allein diese Grenze ist nicht leicht zu bestimmen, ja ich halte es beynahe für unmöglich selbige mit aller Genauigkeit anzugeben. Daher kann man sich an die Erfahrungen meines Vaters halten. M. vergl. s. Hydr. Versuche im zweyten Bande Seite 176 und 177.

*) Ich könnte daraus auch dasselbe von cylindrischen Röhren schließen, wenn ich mit denselben, welche 2 Zoll im Durchmesser hielten, Versuche angestellt hätte, um sie mit den neunten, zehnten und eilften Versuche zu vergleichen, oder man kann diese hier nehmen und sie mit einigen von denen vergleichen, welche von meinem Vater angestellt sind, wo die cylindrischen Röhren 2'' im Durchmesser und alle dieselbe Länge von 8'' hatten, sie möchten cylindrisch oder viereckig seyn. Indeß will ich hier nur noch bemerken, daß in dem neunten Versuche $\frac{\varphi^2}{a^2} = \frac{11}{15}$ oder $\frac{808}{956}$ beynahe und daß in den zehnten und eilften $\frac{\varphi^2}{a^2} = \frac{19}{24}$ oder auch $\frac{91}{115}$ ist.

§. 28.

Wenn man nun den ersten Versuch in der ersten Tabelle in Rücksicht der Ansatzröhren mit dem zwölften Versuch, der mit einem 18'''. langen nach der gemeinen Cycloide geformten Ansatze von viereckiger Grundfläche, wie die übrigen auch beschaffen waren, deren äussere Mündung aber = 9 Quadratz. war, vergleicht; so findet man, daß der zusammengezogene Querschnitt der bloßen Oeffnung sich zu dem ähnlichen Querschnitte der mit einem Ansatze versehenen Röhre wie 2 : 3; oder genauer wie 217 : 327 verhält, wenn man nehmlich den Ueberschuß von 5,25 Zollen in der Druckhöhe bey Seite setzt, weil dieser nicht hinreicht eine merkliche Wirkung im Wasserstrahl hervorzubringen.

Wenn man nun auf eine gleiche Art die fünfte Erfahrung der ersten Tabelle, die mit einer rechtwinkligen Oeffnung von 3 Zollen in jeder Seite, angestellt ist, mit der dreyzehnten Erfahrung der dritten Tabelle vergleicht, zu der man sich eines Ansatzes bedient hatte, und wo die Druckhöhe beynahe gleich war; so siehet man daraus, daß die Flächeninhalte, folglich die Ausflußmengen sich gegen einander wie 2 : 3 oder vielmehr wie 247 : 387 verhalten.

Wenn man nun endlich die erste und zweyte Erfahrung der zweyten Tabelle, welche beyde mit kreisförmigen Oeffnungen von 6 Zollen im Durchmesser und unter gleichen Druckhöhen angestellt sind, gegen die vierzehnte und funfzehnte Erfahrung der dritten Tabelle hält, wo die Oeffnung mit demselben cycloidalischen Ansatze versehen war; so findet man, daß die Ausflußmenge durch simple Oeffnungen, zur Ausflußmenge durch diejenigen, welche mit Ansatzröhren versehen sind, sich wie 2 : 3 oder wie 55 : 82 verhalten. Die Vergleichungen belehren uns also, daß sich die Ausflußmenge vermehrt, wenn man inwendig die Röhre mit einem cycloidalischen Ansatze versieht, wie mein Vater schon ehedem gezeigt hat, und dieses geschiehet noch um so viel mehr, wenn die Ansatzröhren von verschiedener Art sind, wie er auch dieses in seinem Werke bemerkt, und daß die verschiedenen Längen des Ansatzes und die Verschiedenheit der Cycloiden, deren man sich bedient Veränderungen bewirken, deren Gesetze ich nicht anzugeben weiß, weil ich nicht im Besitze eines so reichen Vorrathes von Versuchen bin, die zahlreich genug und die mit Röhren von verschiedener Länge und Krümmung angestellt wären. Ueberdieß ist dasjenige, was mein Vater darüber geschrieben hat, für die seltenen Fälle, in welchen man sich in der Ausübung der Ansatzröhren bedient, zureichend. Ich begnüge mich hier nur noch hinzuzufügen, daß wenn man die zwölfte, mit einem nach der gemeinen Cycloide geformten Ansatz, unter der ersten Höhe angestellten Erfahrung, wo $\varphi^2 = 8{,}415000$ ist, mit der vierzehnten vergleicht, man daselbst bemerken kann, daß sich die Ausflußmengen gegen einander wie $\frac{681}{711}$ und bey der sechzehnten und siebzehnten Erfahrung wie $\frac{142}{145}$ verhält, weil die Ansätze von gleicher Länge, obgleich beyde nach der gemeinen Cycloide gestaltet waren.

Aus der Prüfung der dritten Tabelle ergiebt sich noch, daß, wenn die Oeffnung inwendig mit einem Ansatze, auswendig mit einer Ausgußröhre versehen ist, sich alsdann die Ausflußmenge der größten nähert, welche nur möglich ist.

Ich könnte zu diesen allgemeinen Beobachtungen noch mehrere andere hinzufügen;

allein da dieser Gegenstand bloß zu Befriedigung der Neugierde dient; so will ich diese Abhandlung mit folgenden Bemerkungen beschließen.

§. 29.

Da sich nun theils aus den vorhin angeführten, theils aus den Erfahrungen meines Vaters und des H. Abt Bossut ergiebt, daß die Zusammenziehung des Wasserstrahls auch in Röhren Statt findet, so scheint es mir, daß da die HH. Daniel Bernoulli und Kraft auf diese Zusammenziehung in den Röhren keine Rücksicht genommen haben, ihre Erfahrungen über den senkrechten Stoß einer Wassersäule *) gegen eine Ebene wenig genau seyn dürften. Und da ich mir im verflossenen Jahre (1784) vornahm, die Gesetze des Stoßes flüssiger Massen gegen jede geneigte Ebene zu untersuchen, so war mein erster Zweck es zu verificiren, ob, wenn man auf die Zusammenziehung des Wasserstrahles in Röhren Rücksicht nehme, die Erfahrung die Wahrheit dieses Satzes bestätigen würde, daß der senkrechte Stoß des gegen eine Ebene strömenden Wassers, welche eine andere Kraft im Gleichgewicht erhält so groß ist, als das Gewicht der doppelten Wassersäule, welche die Oeffnung zur Grundfläche und die Druckhöhe des Wassers zur Höhe hat. **)

Ich bediente mich zu diesen Erfahrungen des unter dem Nahmen der hydraulischen Wage bekannten Werkzeuges. Ich setzte sie auf eine Brücke der größten Höhe des Thurms gegenüber. Die Ebene und die eiserne Stange welche an ihr anlag, waren mit dem Hebel genau im Gleichgewicht und die Stange zeigte durch sich selbst die gegen den Horizont senkrechte Richtung an. Auch maß ich genau den Abstand zwischen der Ebene und der äussern Oberfläche der Röhrenmündung. Sie betrug in allen Erfahrungen nur 14 Zoll und 2 Linien oder 14,166''. und eine größere Annäherung war wegen des Fußes nicht möglich, den wir der ganzen Maschine geben mußten, damit die Gewalt des Wassers selbige während der Zeit der Beobachtung nicht in Unordnung brächte.

Der Abstand vom Bewegungspuncte oder vom Schwerpuncte der Ebene betrug in sämmtlichen Beobachtungen 30 Zolle 3 Linien 8 Puncte oder 30,305 Zolle. Die sieben ersten Versuche wurden mit einer viereckigen einzölligen Röhre, deren arithmetisches Mittel für den zusammengezogenen Wasserstrahl nach dem siebenten und achten Versuche der dritten Tabelle ungefähr 0,784977 eines Quadrz. beträgt, angestellt. Die sechs andern Versuche wurden mit einer cylindrischen Röhre von 1''. im Durchmesser angestellt. Der Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahles beläuft sich auf 0,621530 Quadratzoll. Zu diesen Erfahrungen mußte man nun noch das Gewicht eines Pariser Cubikfußes Wasser kennen. In dieser Absicht wiederholte ich die von meinem Vater ange-

---

*) Comm. Ac. Sci. Petrop. Tom. VIII.

**) H. de la Grange hat seitdem einen neuen Beweis von diesem Satze, in seiner Abhandlung über den Stoß flüssiger Körper gegeben. Ich habe sie mit aller Befriedigung gelesen und gefunden daß seine Resultate mit meinen Erfahrungen sehr genau übereinstimmen.

stellten Versuche mit einem Gefäße, welches die Gestalt eines Parallelepipedums hat. Die Grundfläche desselben betrug 6 Quadratzoll nach unserm Turiner Fuße und die Höhe 6 Zolle; folglich betrug der geometrische Inhalt dieses Gefäßes den achten Theil desselben Turiner Cubf. Nachdem die Reduction dieses Maßes auf Pariser Fuß vorgenommen war, so fand ich, daß das Gewicht von 1728 Cubz. oder das Gewicht eines Pariser Cubikfußes gegen 1109 Unzen und 155 Gran ausmachte, oder gegen 1104 Piemont. Unzen. Hier ist nun zu bemerken, daß der Unterschied, welcher sich zwischen diesen Resultaten und denjenigen fand, welche von meinem Vater angegeben sind, von der Voraussetzung, welche man gewöhnlich macht, herrührt, daß unsere Unze so groß wie die Pariser Unze ist, da doch 576 Gran nach dem Turiner Gewicht sehr nahe $578\frac{3}{4}$ oder 578,75 Pariser Gran geben, so, daß das Gewicht eines Cubz. 369,75 Gran beträgt.

Indeß ist es mir nicht unbekannt, daß man noch andere Erfahrungen hat, welche das Gewicht eines Cubfußes weit größer angeben. Allein da in diesen Maßen und überhaupt in ihren Angaben nicht die größte Genauigkeit herrscht, und überdieß die Ebene wenig von der Röhrenmündung entfernt war; so begnüge ich mich mit meinen über das Gewicht angestellten Versuchen.

Ich muß noch anführen, daß das an dem Hebel der Maschine angebrachte Gewicht, welches dem Wasserstoße das Gleichgewicht hielt, 300 Piemont. Unzen oder 301,4322 Pariser Unzen betrug.

Wenn endlich B der Arm des Hebels, P das Gewicht der 301,4322 Unzen, D die Entfernung des Schwerpunctes der Ebene bezeichnet; so wird $\frac{BP}{D}$ diejenige Größe seyn, welche dem Gewichte des doppelten Productes der Höhe gleich seyn soll. Nun sey φ^2 der Flächeninhalt des zusammengezogenen Wasserstrahles, $\frac{B}{n}$ das Verhältniß des Cubf. zu seinem Gewicht, A die Druckhöhe des Wassers; so wird der Ausdruck $2A\varphi^2\frac{B}{n}$ das Gewicht der doppelten, in Unzen und deren Decimaltheilen ausgedruckten Wassersäule seyn, welchen ich ψ nenne. Folglich erhält man nach der Proportion des (29. §.) $\psi = \frac{BP}{D}$ und setzt man auch $\frac{BP}{D} = \psi'$ so bezeichnet $\psi - \psi'$ die Differenzen. Von diesen Resultaten giebt folgende Tabelle eine deutliche Uebersicht.

	A	ψ	B	ψ'	$\psi - \psi'$
I	250,25	252,2057	24,85	247,1734	5.0323
II	251,000	252,9616	25,000	248,6654	4,2962
III	250,25	252,2057	24,95	248,1680	4,0377
IV	249,3550	251,3038	24,5	243,6921	7,6117
V	246,5	248,4264	24,85	247,1734	1,2530
VI	249,775	251,7270	25,25	251,1520	0,5750
VII	249,50	251,4498	25,25	251,1520	0,2978
VIII	250	199,492	20,05	199,4297	0,0623
IX	250	199,9912	20,095	199,41755	0,57365
X	250,25	199,6917	20,075	199 67837	0,1333
XI	250,45	199,8513	20,095	199,41755	0,43375
XII	249,5	199,0953	20,015	199,0815	0,0118
XIII	248,5	198,29522	19,935	198,2858	0,00942

Aus der bloßen Ansicht dieser Tabelle ergiebt sich, daß das Uebermaß der Kraft über die doppelte Wassersäule von der Maschine herrührt, welches ohne alle Bedenklichkeit beseitiget werden kann; und daß man bey allen durch Wasser in Umtrieb gesetzten Maschinen für die bewegende Kraft, das doppelte Gewicht der Wassersäule, mit aller Gewißheit annehmen kann, welche die getroffene Oberfläche des Körpers zur Grundfläche hat. Die Länge dieser Abhandlung aber nöthiget mich, die einzelnen Umstände unserer Versuche über den Stoß des Wassers gegen eine unter beliebigen Winkeln gegen den Horizont gerichtete Ebene, auf eine andere Zeit auszusetzen.

Einige Druckfehler und Verbesserungen.

Seite 27 Zeile 25 lese man $8^{q\,III}$. anstatt $8^{q\,IV}$.

— 36 — 4 von unten l. m. gewöhnlichen anst. bisher gebrauchten.

— 38 — 7 v. u. l. m. Mit der anst. „Mit

— — — 4 v. u. l. m. Oeffnung anst. Oeffnungen.

— 43 — 4 l. m. §. 42. anst. §. 43.

— 44 — 9 l. m. $361^{c\,I}$. $3^{a\,I}$. $1^{b\,I}$. $3\frac{1}{5}^{c\,II}$. anst. $361^{c\,I}$. $3^{a\,I}$. $1^{b\,I}$. $3^{c\,II}$. $\frac{1}{5}^{a\,II}$.

— — — 22 l. m. $\frac{4}{5}^{c\,II}$. anst. $\frac{4}{5}^{a\,I}$.

— 47 — 5 l. m. in der 4 Linien dicken anst. in einer dünnen ꝛc.

— — — 5 v. u. l. man: wurde auswendig eine anst. wurde eine ꝛc.

— 51 — 20 l. m. nach dem §. 57. Im untern Geschosse.

— 57 — 13 l. m. 79. 2. 5. $10\frac{2}{5}$ anst. 79. 2. 5. 10. $\frac{2}{5}$.

— 59 — 5 l. m. in der obern Abth. Q^{II} | Q^{I} anst. Q^{I} | Q^{II}.

— 85 — 6 v. u. fehlt am Anfange das Wort: inwendig.

— 86 — 16 v. u. l. m. auswendig anst. inwendig.

— 89 — 16 l. m. 118 anst. 18.

— 112 — 16 l. m. FGD anst. IGD.

— 113 — 4 l. m. $-(b^2 + x^2)$ anst. $-(b^2 - x^2)$.

— 121 — 13 l. m. Druckwasser anst. Anschlagew.

— 124 — 4 v. u. l. m. 7 Zollen anst. 6 Z.

— 129 — 9 l. m. 6. Fuß 9 Zollen anst. 6 Z. 9 Linien.

— 139 — 15 v. u. l. m. 3 Zollen anst. 2 Z.

— 143 — 19 l. m. $8\frac{1}{5}$ Min. anst. 8 Min.

— 145 — 11 l. m. 9 Linien anst. 9 Zollen.

— 170 — 6 l. m. 3656 anst. 3658.

— — — 16 l. m. $\frac{218. \quad 8.}{264^{q\,II}. \quad 1^{r\,II}.}$ anst. $\frac{218. = 8.}{264^{q\,II}. \quad 1^{r\,II}.}$

— 181 — 2 l. m. wo dann für den einen 12 Fuß und für den letzten, anst. wo dann für den 1sten und letzten.

— 183 — 4 l. m. 5 Min. 30 Sec. anst. 4 Min. 15 Sec.

— 222 — 10 v. u. l. m. 25 anst. 52 Pfunde.

— 225 — 4 l. m. $15\frac{1}{12}$ anst. 15 Tur. Pfunde.

Noch ist zu bemerken, daß jeder Bruch ohne Rücksicht des dazwischen gesetzten Punctes und des darüber stehenden Zeichens, als ein Theil der Einheit der unmittelbar vorhergehenden ganzen Zahl anzusehen ist. — Uebrigens sind die sich auf Versuche beziehende Zahlen, mit vieler Sorgfalt durchgesehen und mit dem Original verglichen, so, daß man sich um so mehr auf die Resultate der Erfahrungen dieses hydraulischen Codex verlassen kann.

D. Uebers.

1. 2.

Zuleitungs Canal

Einleitungs Canal

Thurm

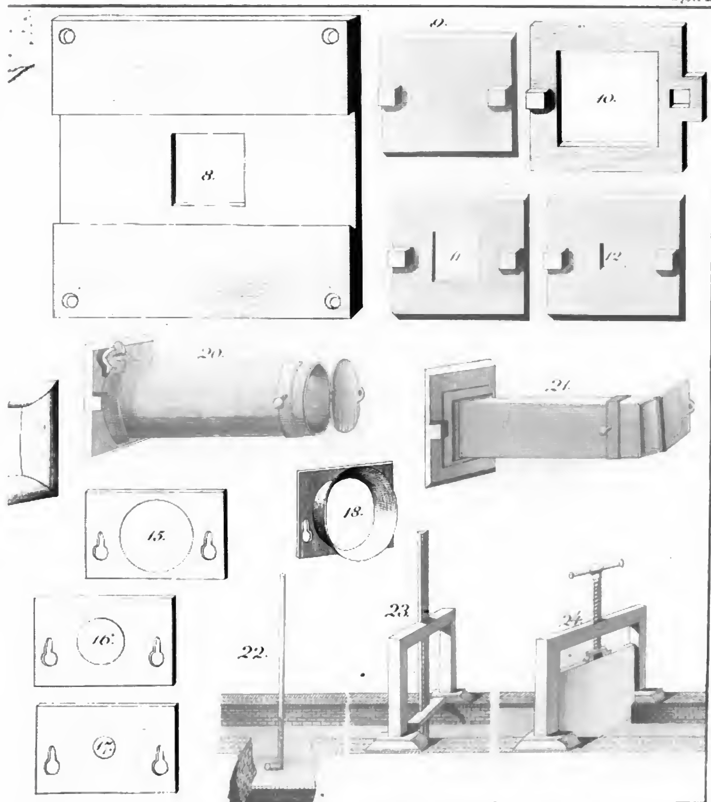
Oberer Behälter

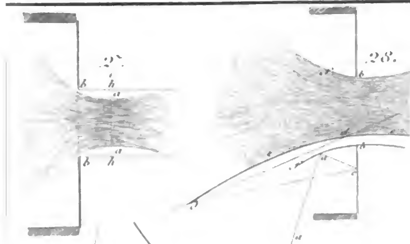
Cycloidalischer Canal

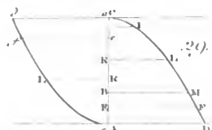
Behälter

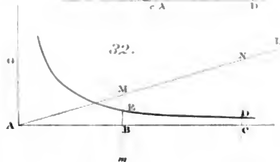
Mühlen Graben

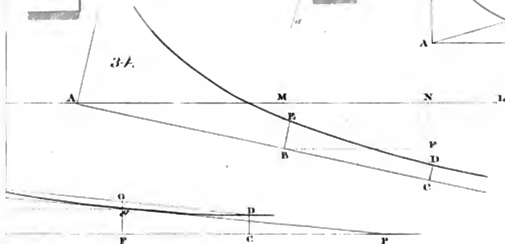


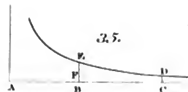

8.
9.
10.
11.
12.
20.
21.
15.
18.
16.
17.
22.
23.
24.

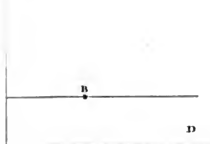

27.
28.

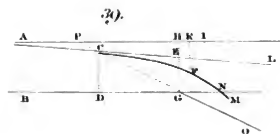

29.


32.
A
B
C
D
E
M
N
L

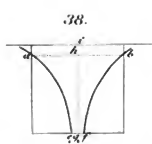

34.
A
M
N
L
E
B
D
C

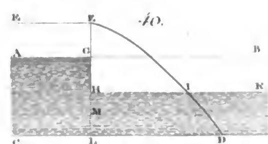

35.
A
B
C
D
E
F

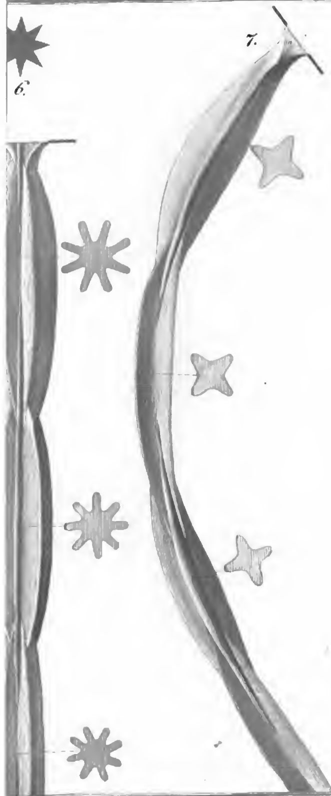

B
D

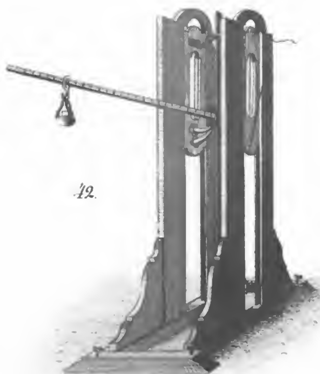

39.
A
P
C
E
L
F
N
B
D
G
M
O

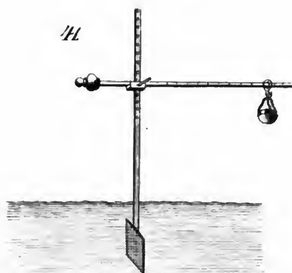

B
D


38.


40.
A
B
C
D
G
H
I
K
L
M


6.
7.


42.


41.


Österreichische Nationalbibliothek
+Z169001205

